



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITETURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Elaboración de expediente técnico proyecto: Mejoramiento del servicio de educación primaria de la institución educativa n° 00797 "Sagrado Corazón de Jesús" de la localidad de Calzada – distrito de Calzada – provincia de Moyobamba – San Martín" a nivel de desarrollo en, costos - presupuestos y programación de obra**

**Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Bach. Juan Wilton Ruiz Pinedo**

**ASESOR:**

**Ing. Jorge Isaasc Rioja Diaz**

**Tarapoto-Perú**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



Elaboración de expediente técnico proyecto: Mejoramiento del servicio de educación primaria de la institución educativa N° 00797 "Sagrado corazón de Jesús" de la localidad de cazada – distrito de calzada provincia de Moyobamba- San Martín a nivel de desarrollo, en costos – presupuestos y programación de obra.

**Informe de ingeniería para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

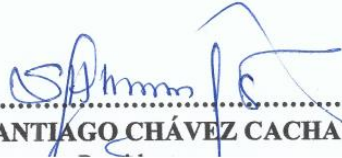
**AUTOR:**


**Bach. Juan Wilton Ruiz Pinedo**

**Sustentado y aprobado ante el honorable jurado el día 03 de Agosto del 2018**

  
Ing. Mg. **RAMIRO VASQUEZ VASQUEZ**  
Presidente  
(Res. N° 641-2018-UNSM/FICA-D-NLU)

  
Ing. **ERNESTO ELISEO GARCIA RAMÍREZ**  
Secretario

  
Ing. **SANTIAGO CHÁVEZ CACHAY**  
Miembro

  
Ing. **JORGE ISAACS RIOJA DIAZ**  
Asesor

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

**Juan Wilton Ruiz Pinedo**, con DNI N° 40700965, Domicilio Legal Jr. Leticia N° 555 – Morales , Bachiller de la facultad de Ingeniería civil y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil , de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con el Informe de Ingeniería Titulada : **“ELABORACIÓN DE EXPEDIENTE TÉCNICO PROYECTO: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 00797 “SAGRADO CORAZON DE JESUS” DE LA LOCALIDAD DE CALZADA – DISTRITO DE CALZADA – PROVINCIA DE MOYOBAMBA – SAN MARTIN” A NIVEL DE DESARROLLO EN, COSTOS - PRESUPUESTOS Y PROGRAMACIÓN DE OBRA”.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis es de nuestra autoría.
2. Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirían en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.



Tarapoto, 03 de Agosto del 2018.

**Juan Wilton Ruiz Pinedo**

DNI N°40700965



## DECLARACION JURADA

Yo, **Juan Wilton Ruiz Pinedo**, identificado con DNI ° 40700965 con domicilio en Jr. , Leticia N° 555 – Morales , a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Titulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, , **DECLARO BAJO JURAMENTO** que toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis y/o informe de Ingeniería, que acompaño es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto 03 de Agosto del 2018.



**Juan Wilton Ruiz Pinedo**

DNI N°40700965

**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Ruiz Pinedo Juan Wilton		
Código de alumno :	983080	Teléfono:	949 04 3119
Correo electrónico :	DNI:		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería civil y Arquitectura
Escuela Profesional de:	Ingeniería civil

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	( )	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	(X)		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	"Elaboración de expediente Técnico proyecto: "Mejoramiento del servicio de educación primaria de la Institución educativa N: 0007 " " Sagrado corazón de Jesús" de la localidad de Cuzco - Distrito de Cuzco, Moquegua - San Martín, nivel de desarrollo en, gestión - presupuesto y programación de obra"
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia No Exclusiva, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.



#### 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



Firma del Autor

#### 8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento:

27 / 12 / 2018



Firma del Responsable de Repositorio  
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso  
Abierto de la UNSM - T.

\* Acceso abierto: uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

\*\* Acceso restringido: el documento no se visualizará en el Repositorio.

## DEDICATORIA

### *A Díos:*

*Porque sobre todas las cosas y todo el mundo él esta primero y hace posible que nosotros estemos presentes en este mundo y lograr objetivos como es en este caso la elaboración del presente Informe de Ingeniería.*

### *A mis Padres:*

*José Serapio Ruiz Calderón y María Liduvina Pinedo Azañero, por los valores y sabios consejos que me inculcaron en mi vida y apoyarme incondicionalmente mas allá de sus posibilidades durante mi formación personal y profesional, a ellos les dedico este trabajo y les agradezco por todo lo que hicieron y hacen por mí.*

### *A mis hermanos:*

*Mis hermanos Felipe, Arleny, Betty y Johnny, por todo el apoyo y cariño brindado.*



## AGRADECIMIENTO

### *Al Asesor:*

*Ing. Jorge Issac Ríoja Díaz, por aceptar ser mi asesor y apoyarme con sus conocimientos y enseñanzas en la elaboración del presente Informe de Ingeniería.*

### *A los Docentes de la FIC*

*A los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín, mi más sincero agradecimiento por la valiosa enseñanza impartida como parte de mi formación profesional.*

### *A mis Amigos:*

*A todos mis amigos en general, y en especial para aquellos que compartimos momentos especiales en nuestras, gracias amigos por su amistad.*

### *Al Sr:*

*David Pérez Rojas, gerente de la Municipalidad distrital de Calzada por brindarme información sobre el proyecto en estudio y por su apoyo como amigo.*

## ÍNDICE GENERAL

CARATULA .....	i
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INDICE GENERAL .....	viii
INDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRAC.....	xiv
INTRODUCCION.....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>2</b>
1.1. Antecedentes del Problema .....	2
1.2. Alcances ( aspectos generales del informe de ingeniería) .....	2
1.2.1.Ubicacion .....	2
1.2.2. Población Beneficiada .....	4
1.3. Características del Área del Proyecto .....	4
1.3.1. Clima .....	4
1.3.2. Topografía .....	4
1.3.3. Geología.....	4
1.3.4. Hidrología.....	5
1.3.5. Vías de Comunicación y Accesos .....	5
1.3.6. Población Urbana y Características de la Población .....	6
1.4. Actividades Económicas.....	6
1.4.1. Actividad Agrícola .....	6
1.4.2. Actividad Comercial.....	7
1.4.3. Actividad Forestal.....	7
1.4.4. Actividad Ganadera .....	7
1.4.5. Actividad Industrial y Manufacturera.....	7
1.5. Servicios Públicos.....	7
1.5.1. Educación .....	7

1.5.2. Salud .....	8
1.5.3. Energía Eléctrica.....	8
1.5.4. Saneamiento.....	8
1.5.5. Otros Servicios Publico .....	8
1.6. Estudios Básicos .....	8
1.6.1. Estudios de Campo .....	8
1.6.2. Estudios de Suelos .....	9
1.7. Limitaciones .....	9
1.8. Justificación.....	9
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEORICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Antecedentes Teóricos.....	10
2.2. Objetivos.....	10
2.2.1. Objetivos Generales .....	10
2.2.2. Objetivos Específicos .....	10
2.3. Marco Teórico .....	11
2.3.1. Marco Conceptual.....	12
2.3.2. Generalidades .....	12
2.3.2.1. Tipos de Costos .....	12
2.3.2.2. Costos Directos.....	12
2.3.2.3. Costos indirectos.....	34
2.3.2.4. El IGV, en la construcción .....	38
2.3.3. Análisis de Costos Unitarios .....	38
2.3.4. Presupuesto en Obra .....	39
2.3.5. Formula Polifónica .....	51
2.3.6. Programación de Obra .....	57
2.3.7. Softwar Microsoft Project .....	63
2.3.8. Calendario de Adquisición de Materiales .....	64
2.3.9. Marco Conceptual .....	64
2.4. Propuesta .....	65
<b>CAPITULO III</b>	
<b>MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>66</b>
3.1. Materiales .....	66
3.2. Métodos .....	66

3.2.1. Elaboración de Planos del Proyecto .....	66
3.2.2. Elaboración de Especificaciones Técnicas .....	66
3.2.3. Determinación de Metrados .....	67
3.2.4. Elaboración de Costos Unitarios .....	67
3.2.4.1. Mano de Obra .....	67
3.2.4.2. Materiales .....	68
3.2.5. Formulación de Presupuesto .....	70
3.2.6. Determinación de cantidad de Consumo .....	70
3.2.7. Elaboración de Formula Polinimica .....	70
3.2.8. Elaboración de la Programación de Obra .....	70
3.2.9. Elaboracion del Cronograma valorizado de obra .....	70
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>RESULTADOS Y DISCUCIONES .....</b>	<b>71</b>
4.1. Resultados .....	71
4.1.1. Planilla de Metrados .....	71
4.1.2. Análisis de Costos Unitarios .....	71
4.1.3. Análisis de Gastos Generales .....	71
4.1.4 Presupuesto de Obra .....	71
4.1.5. Relación e Insumos .....	72
4.1.6. Formula Polinomica .....	72
4.1.7. Programación de Obra .....	73
4.1.8. Cronograma Valorizado de Obra .....	73
4.1.9. Planos .....	73
Discuciones .....	73
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> :Distancia de Tramo .....	6
<b>Tabla 2</b> : Costo del transporte Bellavista – Santa Cruz.....	6
<b>Tabla 3</b> : Seguro complementario de riesgo.....	18
<b>Tabla 4</b> : Costo de la hh en obras de edificación .....	19
<b>Tabla 5</b> : Porcentaje de desperdicios.....	22
<b>Tabla 6</b> : Parámetros de Transformación para el Cálculo de la “Distancia Virtual” .....	23
<b>Tabla 7</b> : Depreciación por Antigüedad .....	27
<b>Tabla 8</b> : Formato de Ordenamiento de Actividades.....	60
<b>Tabla 9</b> : Costos de Fletes.....	69

## RESUMEN

El presente Informe de Ingeniería titulado **“Elaboración De Expediente Técnico Proyecto: “Mejoramiento Del Servicio De Educación Primaria De La Institución Educativa N° 00797 “Sagrado Corazón De Jesús” De La Localidad De Calzada – Distrito De Calzada – Provincia De Moyobamba – San Martín”** A Nivel De Desarrollo En, Costos - Presupuestos Y Programación De Obra, pretende dar a conocer a los estudiantes, docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y público en general, que en la actualidad elaborar un proyecto a nivel de expediente técnico o estudio definitivo, es mucho menos laborioso debido al desarrollo de software Informáticos referidos a la digitación de textos, cálculos matemáticos, dibujo y programación, que nos permiten realizar los trabajos de ingeniería en forma precisa y en menos tiempo.

Es importante señalar, que para la elaboración del presente Informe de Ingeniería se ha tenido en cuenta lo que se establece en el “Reglamento para la Aprobación del Otorgamiento del Título Profesional por la Modalidad de Ciclo de Complementación Académica; el cual nos permite realizar informes de temas relacionados a la profesión de Ingeniería Civil.

El desarrollo del presente Informe de Ingeniería se inicio con la ejecución de los metrados a partir de los planos de edificación, teniendo en cuenta que el proyecto tiene la siguiente programación: Mejoramiento de Aulas (Módulo de 01 aula de inicial, 01 aula para primer y segundo grado, 01 aula para quinto y sexto grado y 01 Ambiente para Deposito – Modulo de 01 aula para tercer grado, 01 aula para cuarto grado y 01 ambiente para dirección), Construcción de Biblioteca y Sala de Cómputo (se construirán en un solo modulo), Construcción de SS. HH. (Con Tanque biodigestor y zanjas de infiltración), Construcción de losa deportiva (multiusos), Construcción de cerco perimétrico (con ladrillos y alambres de púas), Implementación de módulo de juegos infantiles, Implementación de mobiliario escolar, Implementación de sala de cómputo, Implementación de biblioteca, Capacitación a personal docente y APAFA.

Luego se realizó la recopilación de información oficial de costos tanto de Mano de Obra, Materiales y Equipo, así como de la información de valores de costos de mercado en Mano de Obra, posteriormente se Elaboró el Presupuesto de Obra en función de los valores

estudiados, seguido de los Calendarios Valorizados de Obra y culminando con la Programación de Obra. Finalmente se procedió a la formulación del presente informe de ingeniería.

Cabe señalar, que durante la elaboración del expediente técnico se han empleado distintos programas de cómputo, entre ellos: para elaborar el presupuesto se utilizó el Sistema S10, el Autocad para el dibujo de planos, el programa MS PROJET para la Programación de Obra y elaboración del Calendario Valorizado de Obra, este último elaborado con el empleo de ambos programas (Sistema S10 y MS PROJET), además se utilizó también el Programa Excel para la elaboración de la planilla de metrados y el Word para la digitalización de textos.

**Palabras Claves:** Elaboración, Mejoramiento, Construcción, Expediente Técnico, Mano de Obra.

## ABSTRACT

This Engineering Report entitled "Elaboration of Technical File Project:" Improvement of the Primary Education Service of the Educational Institution No. 00797 "Sacred Heart of Jesus" of the Locality of Calzada - District of Calzada - Province of Moyobamba - San Martin "A Development Level In, Costs - Budgets And Work Programming, aims to inform students, teachers of the Faculty of Civil Engineering and Architecture and the general public, that currently develop a project at the level of technical file or final study , it is much less laborious due to the development of computer software referring to the typing of texts, mathematical calculations, drawing and programming, which allow us to perform engineering work in a precise manner and in less time.

It is important to point out that for the elaboration of this Engineering Report, what has been established in the "Regulation for the Approval of the Granting of the Professional Title by the Academic Completion Cycle Modality has been taken into account; which allows us to make reports on topics related to the Civil Engineering profession.

The development of this Engineering Report began with the execution of the measurements from the building plans, taking into account that the project has the following programming: Classroom Improvement (Module of 01 initial classroom, 01 classroom for first and second grade, 01 classroom for fifth and sixth grade and 01 Environment for Deposit - Module of 01 classroom for third grade, 01 classroom for fourth grade and 01 environment for address), Construction of Library and Computer Room (will be built in a single module ), Construction of SS. H H. (With biodigester tank and infiltration ditches), Construction of sports slab (multipurpose), Construction of perimeter fence (with bricks and barbed wire), Implementation of children's games module, Implementation of school furniture, Implementation of computer room, Implementation of library, Training for teaching staff and APAFA.

Then, the compilation of official information of labor, materials and equipment costs was carried out, as well as the information of market cost values in Labor, afterwards the Work Budget was elaborated according to the values studied, followed by the Valorized Work Calendars and culminating with the Work Programming. Finally we proceeded to the



formulation of this engineering report. It should be noted that during the preparation of the technical file have used different computer programs, including: to develop the budget was used the S10 System, the Autocad for drawing plans, the MS PROJET program for the Programming of Work and preparation of the Valorized Work Schedule, this last one elaborated with the use of both programs (System S10 and MS PROJET), in addition the Excel Program was also used for the elaboration of the volume sheet and the Word for the digitization of texts.

**Key Words:** Elaboration, Improvement, Construction, Technical File, Labor.



## INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Ingeniería hace mención a las técnicas y procesos que se utilizan durante la etapa de elaboración del Expediente Técnico de un proyecto, utilizando los diversos programas de cómputo que existen actualmente y que facilitan los trabajos de Ingeniería orientados a esta labor.

Dentro de los programas de cómputo o software relacionados a la Ingeniería que actualmente se vienen utilizando para la formulación de Expedientes Técnicos de Obra están el S10, MS PROJECT, AUTOCAD, SAP 2000, entre otros, los cuales facilitan la elaboración de la memoria de cálculo, dibujo de planos, presupuestos de obra, programación de obra y diversos procedimientos que se requiera en la formulación de expedientes técnico de obra. Cabe mencionar que dichos software también son de gran ayuda durante la ejecución de Obras para hacer el cálculo de replanteos, reprogramación del avance de Obra, control de avance de obra, Etc.

En función a lo mencionado anteriormente, se propone la elaboración del expediente técnico del proyecto: **“Mejoramiento Del Servicio De Educación Primaria De La Institución Educativa N° 00797 “Sagrado Corazón De Jesus” De La Localidad De Calzada – Distrito De Calzada – Provincia De Moyobamba – San Martin”**, presentado como **Informe De Ingeniería** Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Es por ello que seguidamente se describe la estructura en que se desarrolla el presente informe:

**Capítulo I,** Se realiza una breve introducción sobre lo que tratara el informe, se exponen los alcances del Informe de Ingeniería, limitaciones para su desarrollo, se detalla los Aspectos Generales del Informe, tales como ubicación geográfica, acceso y comunicaciones, Etc.

**Capítulo II,** Se detalla la Metodología seguida para la elaboración del informe de ingeniería, en la cual se exponen los antecedentes y justificación del Informe, objetivos generales y específicos, marco teórico sobre el cual se apoya la elaboración del informe, se detalla lo que se propone para la elaboración del informe, finalmente se describe los materiales y métodos utilizados.

**Capítulo III**, este capítulo se realiza la presentación detallada de los resultados obtenidos durante la elaboración dl informe (memoria descriptiva, especificaciones Técnicas, planilla de metrados, análisis de Costos Unitarios, relación de insumos generales, desagregado de gastos generales, presupuesto de obra, cronograma de avance físico de obra), para luego realizar el análisis y discusión de los mismos.

#### **Capítulo IV**

Desarrolla las conclusiones a las que se llegaron durante la elaboración del informe de ingeniería, así mismo las recomendaciones que puedan plantear.

#### **Capítulo V**

En este capítulo se detallan las referencias bibliográficas referentes al tema del informe y que sirvieron de ayuda para la elaboración del mismo.

#### **Capítulo VI**

En este capítulo se describe y detalla toda la información y documentación complementaria y que forma parte del presente informe, como planos, tablas, Etc.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Antecedentes del problema**

El presente Informe de Ingeniería tiene por finalidad, analizar los diferentes factores que influyen en la elaboración del **Expediente Técnico “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa N° 00797 “Sagrado Corazón de Jesús” de la Localidad de Calzada – Distrito de Calzada – Provincia de Moyobamba – San Martín” a Nivel de Desarrollo en, Costos - Presupuestos y Programación de Obras**, considerando de acuerdo a su tipología la normativa y los lineamientos técnicos mínimos para su elaboración.

Haciendo uso además de software como WORD, EXCEL, AUTOCAD, S10 Y MS PROJECT, para la elaboración de los planos de obra, calculo de los metrados, análisis de precios unitarios, presupuesto de obra, la programación de ejecución de obra, digitalización de la memoria descriptiva y especificaciones técnicas.

### **1.2. Alcances**

Dentro de los programas de cómputo o software relacionados a la Ingeniería que actualmente se vienen utilizando para la formulación de Expedientes Técnicos de Obra están el S10, MS PROJECT, AUTOCAD, SAP 2000, entre otros, los cuales facilitan la elaboración de la memoria de cálculo, dibujo de planos, presupuestos de obra, programación de obra y diversos procedimientos que se requiera en la formulación de expedientes técnico de obra. Cabe mencionar que dichos software también son de gran ayuda durante la ejecución de Obras para hacer el cálculo de replanteos, reprogramación del avance de Obra, control de avance de obra, Etc.

En función a lo mencionado anteriormente, se propone la elaboración del expediente técnico del proyecto: **“Mejoramiento Del Servicio De Educación Primaria De La Institución Educativa N° 00797 “Sagrado Corazón De Jesús” De La Localidad De Calzada –**



**Distrito De Calzada – Provincia De Moyobamba – San Martin**”, presentado como **Informe De Ingeniería** Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

### **1.3 Justificación**

El desarrollo del presente proyecto es iniciativa del que elabora el presente Informe de Ingeniería, en vista que en la Municipalidad del Distrito de Calzada en su afán por promover la Educación ha visto conveniente mejorar los servicios educativos en la Institución Educativa en mención. Dicho proyecto permitirá la construcción de nuevos ambientes, el mejoramiento de la Infraestructura existente y de esta manera también crear una fuente de trabajo temporal para la población beneficiaria del proyecto.

### **1.4.Limitaciones**

Una de las limitaciones que se presenta en el desarrollo del presente informe de Ingeniería, es básicamente la poca información en textos sobre rendimientos reales de un proyecto que se ejecuta en la zona de la Selva, por lo que para la elaboración de los Análisis de los precios Unitarios, se propone considerar el 80% del rendimiento de las partidas que CAPECO consigna para Lima y Callao. De manera que se ha tenido que adaptar ciertos criterios y resultados propios de los resultados del presente informe, teniendo en consideración la zona en que se ejecutara la obra.

En cuanto a la formulación de la programación de Ejecución de la Obra en mención, se limita solamente al Diagrama de GANTT.

Cabe resaltar que la bibliografía para la formulación de costos, presupuestos y programación de obras se presentan en forma generalizada, es por ello que también se tuvo que recurrir a la consulta de resultados propios del presente informe, y a datos obtenidos de otros expedientes tipos relacionados al presente tema, con la finalidad de obtener resultados óptimos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Definición**

El desarrollo del presente proyecto es iniciativa del que elabora el presente Informe de Ingeniería, en vista que en la Municipalidad del Distrito de Calzada en su afán por promover la Educación ha visto conveniente mejorar los servicios educativos en la Institución Educativa en mención. Dicho proyecto permitirá la construcción de nuevos ambientes, el mejoramiento de la Infraestructura existente y de esta manera también crear una fuente de trabajo temporal para la población beneficiaria del proyecto.

#### **2.2. Ubicación Geográfica**

Localidad	:	Calzada
Distrito	:	Calzada
Provincia	:	Moyobamba
Región	:	San Martín

#### **2.3. Acceso y Comunicaciones**

El distrito de Calzada está a una altura de 850.00 m.s.n.m.

La ciudad de Calzada está ubicada a 12.5 Km. de la ciudad de Moyobamba (Este) y 12.5 Km. de Rioja (Oeste) en el lado izquierdo de la carretera marginal de la Selva, en los Km. 493 y 494 (puntos de ingreso) en el valle del Alto Mayo.

La zona donde se ubica el terreno es una zona de propiedad de la Institución Educativa cercanas al entorno urbano presenta una topografía homogéneo, con construcciones de material noble y de madera y altura máxima de 01 piso.

Para vía aérea, Moyobamba cuenta con un aeropuerto para pequeñas aeronaves de poca capacidad como avionetas. Pero existe, cercano, el aeropuerto de la ciudad de Rioja (a 11 Km.) que se usa también como vía principal de llegada de aeronaves de gran tonelaje. Sin embargo el acceso de mayor importancia se da a través de la ciudad de Tarapoto, a 108 Km. de la ciudad de Moyobamba.

El acceso por vía terrestre a la zona de estudio o zona de proyecto se realiza de la siguiente manera: Partiendo desde la ciudad de Moyobamba (Electro Oriente), recorriendo 12.5 km de la vía Fernando Belaunde Terry hasta la ciudad de Calzada (Cruce carretera a Soritor), luego avanzando hacia el noroeste aproximadamente a 350 m de distancia, nos encontramos con el terreno de la I.E. N° 00797 “Sagrado Corazón de Jesús”.

## **2.4. Antecedentes y Justificación**

El desarrollo del presente Informe de Ingeniería, se justifica porque servirá como una propuesta económica para el financiamiento en la construcción y **Mejoramiento de la Infraestructura Educativa existente, en la I.E. N° 00797 “Sagrado Corazón de Jesús” del Distrito de Calzada – Moyobamba - San Martín.**

Además servirá como un texto de consulta para personas dedicadas a la elaboración de expedientes técnicos en Obras de Edificaciones, utilizando para ello bibliografía de costos y tiempos en Edificaciones.

## **2.5. Objetivos**

### **2.5.1. Objetivos Generales**

Elaborar el Expediente Técnico del proyecto: **“Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria de la Institución Educativa N° 00797 “Sagrado Corazón de Jesús” de la Localidad de Calzada – Distrito de Calzada – Provincia de Moyobamba – San Martín”.**

### **2.5.2. Objetivos Específicos**

Elaborar la Memoria Descriptiva

Detallar el procedimiento, bases y forma de pago de las partidas a realizarse en el presente expediente con las llamadas ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Elaborar los metrados en forma detallada, con formatos hechos en Excel u otro programa de apoyo.

Realizar el presupuesto (considerando el buen criterio para crear los análisis de costos unitarios), desagregado de gastos generales, fórmula Polinómica

Realizar la Programación de Obra utilizando el diagrama de Gantt. (se puede utilizar el Programa Ms Project).

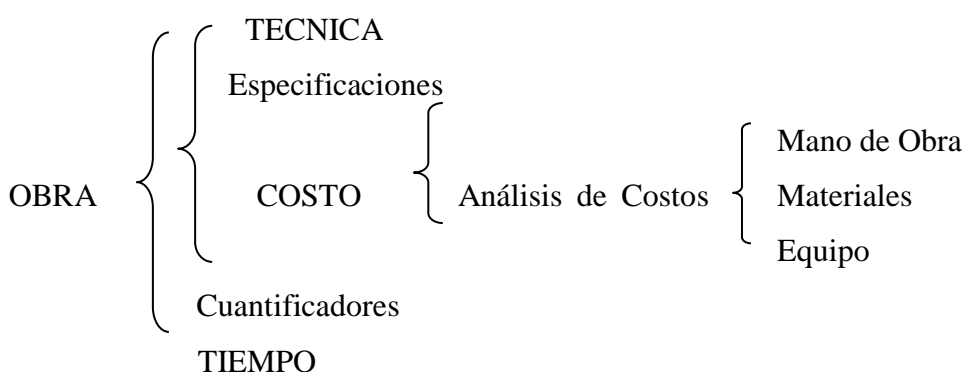
## 2.6. Marco Teórico y Conceptual

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

### Costos y presupuestos

Costos y presupuesto son dos términos estrechamente relacionados dado que no puede haber presupuesto sin costos; y un costo por sí solo, aplicado a una cantidad o metrado, de determinada unidad constituye ya un presupuesto.

Para el caso de una obra se puede plantear el siguiente esquema:



Para el caso del presente Informe de Ingeniería se tratarán en detalle lo referente al “Costo” y al “Tiempo”, los cuales tienen relación directa para la elaboración del Presupuesto.

### 2.2.1 Marco Conceptual

Según el autor Claudet Marín, César

**2.3.2.1 Tipos de costos.** Existen dos tipos de Costos:

Costos directos: Mano de Obra, Materiales y Equipo-Herramientas

Costos indirectos: Gastos Generales y Utilidad

#### 2.3.2.2 Costos directos

Definiremos a los Costos Directos como aquellos que quedan inmersos en la obra. Estructuralmente este Costo Directo es el resultado de la multiplicación de los metrados por los costos unitarios.

$$\text{COSTO DIRECTO} = \text{METRADOS} \times \text{COSTO UNITARIO}$$

..( 1 )

## A. Los metrados

Según el autor Claudet Marín, César

Definiremos el metrado como un proceso ordenado y sistemático de Cálculo, cuya finalidad es determinar por partidas, la cantidad de obra a ejecutar en un Proyecto.

Recomendaciones generales para medir:

Que la persona que va a medir, tenga conocimiento y criterio técnico sobre este proceso.

Estudio integral de los Planos y Especificaciones Técnicas.

Aplicación de la normatividad vigente.

Establecer un orden y sistema de medir.

Apoyarse en coloreos por elementos o áreas.

Utilizar formatos.

### A.1 Tipos de metrados

Según el autor Claudet Marín, César, existen:

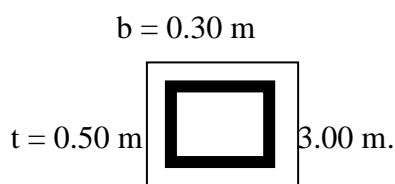
**1. Metrados por conteo.-** Cuando se trata de contar con la cantidad de unidades y/o piezas de la partida considerados en los Planos. Ej.:

Cartel de Obra 3.60 x 8.50 m

Concreto  $f'c=175 \text{ Kg/Cm}^2$  para cunetas de drenaje

Carpeta Asfáltica en caliente de 2"

**2. Metrados por acotamiento.-** Cuando se metra basándose en las cotas que definen un elemento y su partida correspondiente. Ej.:

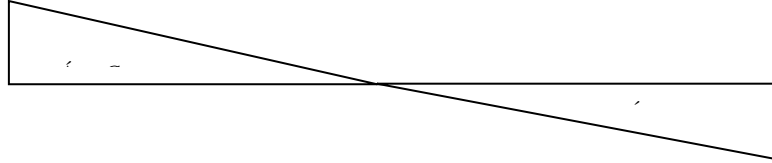


Concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 = 0.30 \times 0.50 \times 3.00 = 0.45 \text{ m}^3$

Encofrado y Desencofrado  $= (0.50 + 0.30 + 0.50) \times 3.00 = 3.90 \text{ m}^2$

**3. Metrados por gráficos.-** Cuando se metra sobre la base de apoyo gráfico: Triángulos, papel milimetrado. Ejemplo:

- Áreas de cortes y rellenos de movimiento de tierras, etc.



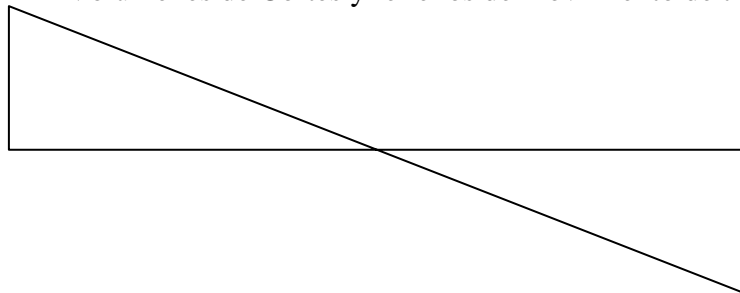
**4. Metrados con instrumentos.** - Cuando se metra basándose en instrumentos como el planímetro. Ejemplo:

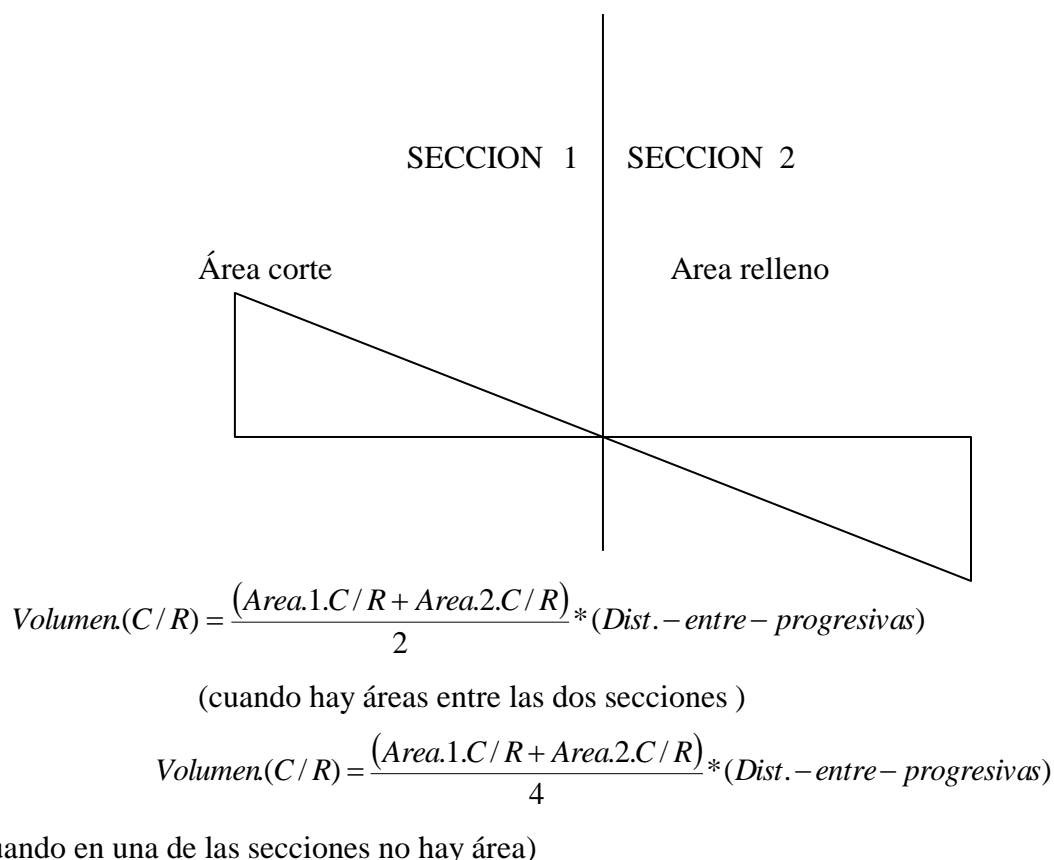
Áreas de cortes y rellenos de movimientos de tierras, etc.

**5. Metrados mediante Software.-** Cuando se metra sobre la base de Software como los Programas CAD para áreas de figuras cerradas o volúmenes.

**6. Metrados por fórmulas.-** Cuando se metra usando fórmulas definidas. Ejemplo:

- Volúmenes de Cortes y rellenos de movimiento de tierras



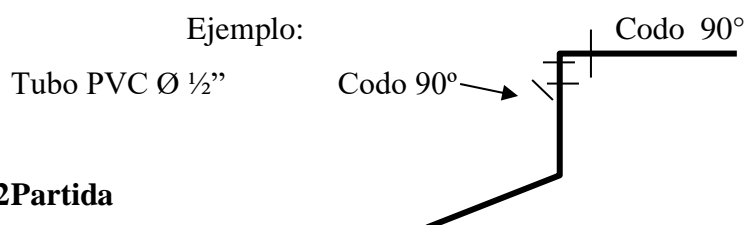


**7. Metrados empleando coeficientes.-** Cuando se metra usando coeficientes definidos o aproximados, como coeficiente de esponjamiento y/o compactación. Ejemplo:

Eliminación de material excedente (Coef. de Esponjamiento)

Rellenos compactados (Coeficiente de Compactación)

**8. Metrados con isométricos.-** Cuando se metra usando isométricos



### A.2Partida

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Se denomina Partida a cada uno de los rubros o partes en que se divide convencionalmente una obra para fines de medición evaluación y pago. También se considera como Partida a cada una de las partes o actividades que se requieren ejecutar para llegar al todo que viene a ser la realización de la obra total.

De acuerdo a las tareas dentro del proceso productivo de la obra, las partidas se dividen en partidas de Primer, Segundo, Tercer y Cuarto Orden, respectivamente; que indicarán así mismo, a medida que se varié el orden, mayor precisión del trabajo a efectuarse.

Sobre la base de la descripción de las Especificaciones Técnicas las partidas tienen un orden o jerarquía, por ejemplo:

<u>ITEM</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>UND</u>	<u>N° ORDEN</u>
05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		1er Orden
05.09	LOSAS		2do Orden
05.09.02	Losas Aligeradas		3er Orden
05.09.02.01	Concreto	M <sup>3</sup>	4to Orden
05.09.02.02	Encofrado y Desencofrado	M <sup>2</sup>	4to Orden
05.09.02.03	Acero	Kg	4to Orden
05.09.02.04	Ladrillo o Bloques Huecos	Pza	4to Orden

### A.3 Planos

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Definiremos a los planos como la representación gráfica en dos dimensiones (2D), de elementos de 3 dimensiones (3D).

Los metrados se formulan sobre la base de los siguientes documentos:

Planos del Proyecto, **como cantidad**.

Especificaciones Técnicas, **como calidad**.

Por lo tanto, si estos documentos tienen deficiencias u omisiones, o están incompletos, los metrados que se determinan recogerán también estas situaciones, lo cual como es evidente llevará a un presupuesto incorrecto.

Los Planos reúnen ciertas características técnicas referidas a:

Escalas, algunas estandarizadas como para los planos de arquitectura: elevaciones, plantas 1:50.

Tamaño de los planos.

Membretes, etc.



## B) Los costos unitarios

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Los costos unitarios están definidos por la sumatoria siguiente:

$$\text{COSTO UNITARIO} = \text{Mano de Obra} + \text{Materiales} + \text{Equipo /Herramientas}$$

### B.1 Mano de obra

#### B.1.1 Aportes y Rendimientos

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

**Aportes.** El aporte corresponde a la cantidad de recurso (mano de obra, material y equipo) que se necesita para ejecutar una unidad de medida determinada (m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, kg, ml, etc.)

Para calcular el Aporte Unitario (AU), de la Mano de Obra (recurso de mano de obra) por unidad de partida, se aplica la siguiente relación:

$$\text{Aporte.M.O.} = \frac{N^{\circ} .de.Obrero * 8.horas}{Rendimiento} \dots\dots\dots ( 2 )$$

**Rendimientos.** Para el caso de obras de construcción, el rendimiento podemos definirlo como la cantidad de trabajo (por m<sup>3</sup>, m<sup>2</sup>, kg, ml, etc.) que se obtiene de los recursos mano de obra, (por cuadrilla) y equipo (por jornada) Ejemplo:

1 Peón..... 4 m<sup>3</sup> de excavación / 8 horas (terreno normal)

0.1Cap.+ 1Op. + 0.5 Peón = 20m<sup>2</sup> de tarrajeo interior/8 horas

1 Tractor S/orugas (D9L)..1,420 m<sup>3</sup>/8 horas (Mat. suelto)

El tema de los Rendimientos de Mano de Obra, es un parámetro de muy difícil evaluación, en razón de que al tratarse del elemento humano existen de por medio, entre otros, los siguientes factores que tienen que ver con el Rendimiento:

1. Edad del obrero
2. Capacidad física
3. Habilidad natural
4. Ubicación geográfica de la obra, etc.

Para el caso de nuestra Región de San Martín se tomarán el 80% de los Rendimientos establecidos por Resolución Ministerial N° 175 del 09-04-68 para las Provincias de Lima y

Callao, por motivos climáticos, mercados, logística y por los factores descritos anteriormente.

### **B.1.2 Mano de Obra**

Según el autor Ibañez, Walter, indica que:

El costo de Mano de Obra está determinado por categorías:

**Operario:** Albañil, carpintero, herrero, electricista, gasfitero, plomero, almacenero, chofer, mecánico, y demás trabajadores calificados en una especialidad en el ramo. En esta misma categoría se consideran a los maquinistas que desempeñan las funciones de los operarios mezcladores, concreteros, etc.

**Oficial:** Las personas que desempeñan las mismas funciones pero que laboran como ayudantes del operario que tenga a su cargo la responsabilidad de la tarea y que no hubieran alcanzado plena calificación en la especialidad, en la categoría oficial están comprendidos los guardianes.

**Peón:** Los trabajadores no calificados que son usados indistintamente en diversas tareas de la industria de la construcción.

**Capataz:** En lo referente a los capataces no existe ningún dispositivo legal que establezca su categoría como tal, pero se puede clasificar de la siguiente forma:

**Capataz A.-** Los trabajadores que dirigen las cuadrillas óptimas en materia de concretos, encofrados, armaduras, pavimentos, excavaciones con utilización de explosivos y excavaciones especiales

$$\text{CAPATAZ A} = \text{OPERARIO} \times (1.30 \text{ a } 1.40)$$

**Capataz B.-** Los trabajadores que dirigen las cuadrillas óptimas en materia de movimiento de tierras y obras preliminares.

$$\text{CAPATAZ B} = \text{OPERARIO} \times 1.20$$

### **B.1.3 Costo Mano de Obra**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

El costo de mano de obra, lo podemos dividir en sus dos partes:

El costo de un obrero de construcción civil por hora o también llamado comúnmente costo Hora-Hombre.

El rendimiento de un obrero o cuadrilla de obreros para ejecutar determinado trabajo, parámetro muy variable y que de no darse los criterios asumidos por el analista puede llevar al atraso y/o pérdida económica en una obra.

### **Costo Hora-Hombre (HH):**

El costo Hora-Hombre(HH) toma en cuenta lo que le cuesta al contratista cada uno de estos obreros y no lo que se le paga como planilla, puesto que hay determinados aportes que son de cargo exclusivo del empleador, así como otros conceptos que el obrero de construcción civil percibe adicionalmente a su jornal básico y bonificaciones, como son:

Gratificaciones

Asignación Escolar

Liquidación

Este costo hora es diferente en función a:

1. **Tipo de obra:** Edificación, Carreteras, etc., en razón que los porcentajes de aportaciones del empleador por el **Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo(SCTR)**, es variable.

**Tabla 1:**

*Seguro complementario de riesgo*

<b>Tipo de Obra</b>	<b>Antes (Accid. Trabajo)</b>	<b>Ahora (S.C.T.R.)</b>
Agua y desagüe	7.00 %	4.00 %
Caminos y carreteras	7.00 %	4.00 %
Edificios	4.00 %	2.00 %
Puentes concreto armado	7.00 %	4.00 %
Túneles	7.00 %	4.00 %

Fuente: Ing. César Claudet Marín, “Costos y Presupuestos Aplicados a la Construcción de Obras Públicas y Privadas”.

2. **Ubicación de la Obra:** Respecto al concepto de la Movilidad Acumulada (Pasajes Urbanos) en razón de que este pasaje es diferente en las ciudades de nuestro país. Más aún podríamos señalar que en las obras donde no existe “pasaje urbano” (obras como carreteras, presas, irrigaciones, etc.), puesto que los obreros “viven en la obra” (campamentos) no existe

el gasto por parte del Contratista y por ende no debería considerarse en el costo de la Hora-Hombre (HH). Sin embargo en nuestro medio las Entidades no consideran lo señalado al formular sus costos de mano de obra en sus Expedientes Técnicos.

### 3. Cálculo Costo Hora - Hombre(HH)

**Tabla 2:**

*Costo de la hh. en obras de edificación*

VIGENTE DEL 01 DE JUNIO 2017 AL 31 MAYO 2018

DESCRIPCION	OPERARI O	OFICIA L	PEON
Remuneración Básica (RB)	64.30	46.50	41.50
Total Leyes Sociales sobre la Remuneración Básica (112.97%)	72.64	58.74	55.53
Seguro de Vida ESSALUD ( S/. 5.00 Mensuales )	0.17	0.17	0.17
Bonificación Unificada de Construcción (BUC)	20.58	15.60	13.95
Leyes y Beneficios Sociales sobre el BUC	2.47	1.87	1.67
	7.20	7.20	7.20
Bonificación Movilidad Acumulada	0.40	0.40	0.40
Overol ( 2 Unidades Anuales )			
<b>TOTAL POR DIA DE 8 HORAS</b>	<b>167.76</b>	<b>135.98</b>	<b>125.42</b>

Fuente: Elaboración Propia

**COSTO DE HORA – HOMBRE ( HH )      20.9717.00      15.98**

**Capataz:**    1.20 x Operario = 1.20 x 20.97 = **25.16**

**B.U.C. :** Bonificación Unificada de Construcción

Desgaste de Herramientas y Ropa....      10.00 %

Alimentación.....	10.00 %
Agua Potable.....	10.00 %
Especialización (Sólo Operario).....	2.00 %

Operario.....	32.00 % del Salario Básico
Oficial .....	30.00 % del Salario Básico
Peón .....	30.00 % del Salario Básico

Asimismo, desde la creación del Sistema Privado de Pensiones (AFPs), en 1,993, el costo de Hora Hombre de los obreros Afiliados difiere del costo Hora–Hombre de un obrero no afiliado.

Es oportuno agregar que el denominado **Maestro De Obra** tampoco figura en las normas sobre Régimen Laboral de Construcción Civil. Este Costo de la mano de obra no corresponde a los costos directos sino a los indirectos, es decir a los Gastos Generales

## B.2 Materiales

### B.2.1 Precio de Materiales en Obra

Según el autor Claudet Marín, César , indica que:

Al costo de los materiales en el lugar de venta debemos adicionarle otros costos, tales como: flete, mermas, viáticos, almacenaje y manipuleo, esta sumatoria nos dará el precio unitario en obra.

El precio del material puesto en obra se determina por la siguiente fórmula:

$$\text{PMPO} = \text{PB} + \text{F} + \text{A/M} + \text{M} + \text{V} + \text{O} \quad \text{.....( 3 )}$$

Donde:

PMPO = Precio del material puesto en obra.

PB = Precio Base del material en el lugar de cotización

F = Flete terrestre

A/M = Almacenaje y manipuleo, estimado en 2 % del PB

- M = Mermas por transporte, estimado en 5% del PB
- V = Viáticos, estimados entre 5% - 30% del PB. Sólo se aplica a Materiales explosivos, dinamita, guías, fulminantes, etc.
- O = Otros, según condiciones de ubicación de la obra

### **B.2.2 Materiales**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Dentro de los costos directos, el aporte unitario de materiales corresponde a la cantidad de material o insumo que se requiere por unidad de medida de la partida ( $m^3$ ,  $m^2$ , kg, etc.)

Los materiales son expresados en unidades de comercialización: Bls de cemento,  $M^3$  de arena,  $M^2$  de piso, Gal de gasolina, Kg de clavos, etc.

Las cantidades con que cada uno de ellos participa dentro del costo directo, se puede determinar en base a bibliografías especializadas, siendo mejor en base a registros directos de obra, lo cual obviamente es más real.

Los materiales, dependiendo del tipo de obra, son muy diversos y existen en diferentes calidades y especificaciones, siendo algunos de fabricación nacional y otros importados.

### **Agua para la Obra**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Se considera que, si en un presupuesto de obra, figura la partida “Obras Preliminares” (donde se incluye el agua según el Reglamento de Metrados para Obras de Edificación) o “Agua para la construcción” en los análisis de costo directo de concretos y otros, donde interviene el agua, no se debería considerar.

### **Desperdicios**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Se adjunta la siguiente tabla de porcentajes de desperdicios, que pueden servir de referencia al calcular los insumos:

**Tabla 3:**

***Porcentaje de desperdicios***

DESCRIPCIÓN	%
DESPERDICIO	
Concreto	5 %
Mortero	10 %
Ladrillo para muros	5 %
Ladrillo para techo	5 %
Losetas para piso	5 %
Mayólica	5 %
Clavos	15 %
Madera	10 %
ACERO DE REFUERZO	
3/8"	3 %
1/2"	5 %
3/8"	7 %
3/4"	8 %
1"	10 %

### **B.2.3 Flete**

Según el autor Ibáñez, Walter , indica que:

Definiremos el flete como el costo adicional por transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la obra.

En el caso del flete terrestre se debe considerar como uno de los parámetros un patrón o carretera equivalente según los siguientes factores de conversión:

**Tabla 4**

*Parámetros de Transformación para el Cálculo de la “Distancia Virtual”*

REGION	TIPO DE CARRETERA		
	Asfaltada	Afirmada	Trocha
Costa: 0 a 1,000 m.s.n.m. Gradiente 0 – 3%	1.00	1.58	2.15
Intermedia y Selva: 1,000 a 2,500 m.s.n.m. Gradiente 3 – 5%	1.20	2.10	2.90
Sierra: 2,500 m.s.n.m. Gradiente 5 – 7%	1.40	2.80	3.90

Fuente: CésarClaudet Marín, “Costos y Presupuestos Aplicados a la Construcción de Obras Públicas y Privadas”.

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

**Distancia Virtual (DV).** Existe una distancia física o real y otra que sirve para calcular los fletes, homogenizando toda la carretera a un patrón obteniendo una nueva distancia conocida como “**Distancia Virtual**”

Según el autor Ibáñez, Walter, en su libro “Costos y Tiempos en Carreteras”, indica que:

**Precios Base (PB).** Para calcular el costo del flete se debe aplicar la Resolución vigente del Consejo Directivo de la Comisión Reguladora de Tarifas de Transporte (CRTT) que publica el Diario Oficial “El Peruano” cada vez que haya variaciones. Última Resolución: **RCD N° 027-91-TC/CRTT-T**

#### **B.2.4 Otros Costos**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Suelen considerarse adicionalmente al flete, otros costos relacionados con el transporte como: Almacenaje, Manipuleo, Mermas y Tipo de Material, lo cual determina el costo final de los materiales en obra. Así se tiene:



Materia	Unidad	Origen	Precio Base	Flete	Almacenaje	Mermas Total Obra	Material Explosivo	Costo
Mat.(1 )			P.B.1		(*)	(**)	(***)	
Mat.(2 )			P.B.2		(*)	(**)	(***)	

(\*) % variable: + 2% del P.B.

(\*\*) % variable: + 5% del P.B.

(\*\*\*) % Viáticos estimado entre el 5% al 30% del P.B.

### **Manipuleo**

Según el autor Ibáñez, Walter, indica que:

Manipular materiales es recoger y depositar, mover en un plano horizontal o vertical o ambos casos a la vez y por cualquier medio, materiales o productos de cualquier clase en estado bruto, semi-acabado o completamente acabado.

### **Almacenamiento**

Según el autor Ibáñez, Walter, indica que:

Almacenar es un servicio auxiliar en la construcción de las obras.

En el presente documento el costo de almacenamiento se estima en un monto no mayor del 2% del costo del material.

### **Merma y Desperdicios**

Según el autor Ibáñez, Walter, indica que:

Merma es la porción de un material que se consume naturalmente. Desperdicios son pérdidas irrecuperables e inutilizables de los materiales, desechos. Se presentan en el proceso de transporte desde el centro abastecedor hasta el almacén de la Obra, en el proceso

constructivo, etc., en fin son costos que deben de considerarse dentro del costo del material. En el presente se considera el 5% del costo del material.

### **Viáticos**

Según el autor Ibañez, Walter, indica que:

Es la subvención por concepto de gastos de viaje, que se les abona al personal de seguridad que salvaguarda el Transporte de Explosivos (dinamita, fulminante, guía, etc.) a la Obra. Para fines de cálculo se puede considerar entre el 5% al 30% del precio del material.

### **B.2.5 Precio del Material con o sin IGV.**

Según, Salinas Seminario, Miguel <sup>(27)</sup>, indica:

Si el análisis de Costos Unitarios es para un presupuesto de una obra por **CONTRATA** el precio del material es **SIN** IGV.

Si el análisis de costos unitarios es para un presupuesto de una obra por **Administracion Directa** el precio del material es **CON** IGV.

Por lo tanto cuando se cotizan precios o se utilicen precios de tablas de Revistas Técnicas se debe tener cuidado en determinar si estos incluyen o no el **IGV**.

Así también para los precios de materiales **NO** se deben considerar los descuentos que puedan ofrecer los proveedores en las cotizaciones.

También debemos indicar que los precios se deben cotizar a cierre de mes calendario, no a una fecha diferente, de donde se concluye que los análisis de costos unitarios siempre deben ser a fecha a fin de mes.

## **B.3 Equipos**

### **B.3.1 Equipo**

Según el autor Claudet Marín, César, indica que:

Existen diversas maquinarias y equipos según los tipos de obras, sin embargo el Análisis de Costo Directo del Equipo tiene en consideración dos (2) parámetros básicos:

Costo Hora Maquina (HM)

Rendimiento Del Equipo

Se describirán en detalle cada uno de estos factores:

## 1. Costo Hora – Máquina (HM)

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Determinado a través del análisis del costo de alquiler de equipo por hora, siendo este costo variable en función al tipo de máquina, potencia del motor, si es sobre llantas o sobre orugas, antigüedad, etc.

En nuestro medio existen algunas publicaciones técnicas que presentan tarifas de alquiler Horario de Equipo, se pueden recurrir a ellas como referencia, sin embargo consideramos necesario que se conozca los criterios básicos del cálculo de tarifa de alquiler de equipo.

Los costos en los equipos y maquinarias corresponden a todos aquellos que se requieren para poseerlos y operarlos, incluyen en éstos, además del costo de la adquisición, los costos por los intereses del capital invertido, mantenimiento y reparaciones, seguros, impuestos, almacenaje y también los gastos de combustibles, lubricantes, filtros, llantas y el costo de la mano de obra o manejo del operador. Los gastos generales (5% al 10%), La Utilidad (10%) ambos del Costo Total de Posesión y Adquisición.

Además los costos de los equipos en cada partida tienen la condición de ser directos, es decir se cuantifican y aplican a cada unidad de dicha partida:

**Costo Unitario/Partida = (Insumo en H.M.) x (Precio H.M.)**

**Valor de Adquisición (Va).** Es el monto que equivale al pago que desembolsa el propietario por la compra de la unidad. Se puede obtener con relativa facilidad mediante cotizaciones en el mercado, a casas comerciales especializadas.

$$\boxed{Va = CIF + CMN} \dots\dots\dots(4)$$

**CIF:** Componente en moneda extranjera cuando el equipo es importado Ej. Dólar.

**CMN:** Componente en moneda Nacional.

**Vida Útil (n).** Es el período comprendido desde la fecha en que el equipo se pone en servicio por primera vez nuevo y sin uso, hasta la fecha de su retiro o reemplazo. Durante este período se considera que económicamente el rendimiento es justificable, después es más conveniente retirarlo o reemplazarlo por otra unidad.

También se le denomina Vida Probable de Servicio o Vida Efectiva.

En el caso de los equipos y maquinarias, la Vida Útil se expresa en Horas Totales Efectivas, las cuales tienen su equivalente en años (no calendarios).

<b>EQUIPO/VEHICULO</b>	<b>Horas por Día</b>	<b>Días por Mes</b>	<b>Meses por Año</b>	<b>Horas Efectivas</b>
Equipo Pesado	8.0	25	10 =	<b>2,000</b>
Equipo Mediano	6.0	25	10 =	<b>1,500</b>
Vehículos	4.6	25	10 =	<b>1,150</b>
Equipo Liviano	4.0	25	10 =	<b>1,000</b>

**Valor de Rescate (Vr).** Es el monto que se estima tiene la unidad, al final de su Vida Útil. Se le conoce también como Valor de Salvataje de Reventa o Residual.

Se estima:

Equipo pesado            20% al 25% de **Va.**

Equipo liviano            8% al 20% de **Va.**

**Depreciación (D).** Es la pérdida de Valor que experimentan los equipos durante su Vida Útil, debido a los varios factores, principalmente el transcurso del tiempo y al uso o desgaste o estado de conservación de la unidad.

## **2. Determinación de los Costos de los Equipos**

Los costos de los equipos y maquinarias se pueden establecer en dos grupos:

### **I. COSTOS FIJOS (CF)**

**I.1 Costos de Depreciación.** Considerando el criterio inicial de depreciación el costo por este concepto será:

$$D = \frac{Va - Vr}{n} \dots\dots\dots ( 5 )$$

Va = Valor de Adquisición

Vr = Valor de Rescate

n = Vida Útil (en horas efectivas o en años)

También se calcula la depreciación por antigüedad mediante la siguiente Tabla:

**Tabla 5***Depreciación por antigüedad*

<b>Maquinaria</b>	-	0%	Hasta 5 años de antigüedad
	-	30%	de 5 a 9 años de antigüedad
	-	40%	mayor a 9 años de antigüedad
<b>Vehículos</b>	-	0%	Hasta 3 años de antigüedad
	-	20%	de 3 a 6 años de antigüedad
	-	25%	mayor a 6 años de antigüedad

Estos porcentajes de depreciación se aplican sólo sobre los costos de posesión.

$$\boxed{\text{Depreciación} = \frac{(\%)*(Va)}{T.V.}} \dots\dots\dots (6)$$

$$\boxed{\text{Depreciación.Anual} = \frac{(\%)*(Va)}{V.E.}} \dots\dots\dots (7)$$

Donde:

Va = Valor de Adquisición

T.V. = Tiempo de Vida en años

V.E. = Vida Económica en años

## **I.2 Costo del interés por el capital invertido.**

Los intereses que deja de percibir el propietario del equipo por la inversión realizada y no haberla colocado en una entidad financiera. Se puede estimar aplicando una Tasa Promedio sobre el Valor Promedio de Inversión o Valor Medio de Inversión, considerando a su vez si se trata de equipos importados o de fabricación nacional.

Según CAPECO, para el caso de equipos importados la Tasa Promedio es del 12.6% para el componente en moneda extranjera (CIF) y del 37% para el componente en moneda nacional(CMN). Estas tasas promedio se aplican sobre la parte del Valor Medio de Inversión ( $VMI=K*Va$ ) que le corresponde a cada componente.

Por lo tanto el Costo del Interés (CI) será:

$$\boxed{\text{CI} = 0.126 \text{ K (CIF)} + 0.370 \text{ K (CMN)}} \dots\dots\dots (8)$$

Donde: 
$$K = \frac{n+1}{2n}$$

### I.3 Costo de Mantenimiento y Reparaciones.

Son derivados por el funcionamiento siempre eficiente del equipo, a fin de que rinda normalmente durante su Vida Útil. Están referidos tanto al costo de los repuestos como a la mano de obra de las reparaciones.

Estos costos dependen del tipo de equipo y del tipo de servicio.

En la práctica es usual estimar este costo como un porcentaje del costo de depreciación y puede variar desde el 25% al 100%.

Según CAPECO:

$$CMR = (\%MR) \times \frac{Va}{n} \dots\dots\dots (9)$$

Dónde:

(%MR) se obtiene de tablas y “n” es la Vida Útil en horas efectivas o su equivalente en años

### I.4 Costo de Seguros, Almacenaje y Otros.

El costo que representa el Seguro del Equipo y los gastos por Almacén y Custodia se estima como un porcentaje aplicado al Valor Medio de Inversión ( $VMI = K \times Va$ ) Estos porcentajes son en promedio del 5% y del 4%.

Así tenemos:

Para el caso del costo del seguro:

$$CS = 0.05 \times VMI = 0.05 K \times Va \dots\dots\dots (10)$$

Para el caso del costo del Almacén:

$$CA = 0.04 \times VMI = 0.04 K \times Va \dots\dots\dots (11)$$

## II COSTOS VARIABLES (CV)

### II.1 Costo de Combustibles (Cc)

El consumo de Combustible en los equipos depende del tipo, potencia y las condiciones del trabajo. Se puede considerar como promedios de consumo en galones por horas:

- Para Motores Diesel (petróleo)

$$\boxed{C = 0.04 \times P_m} \dots\dots\dots(12)$$

- Para Motores a gasolina

$$\boxed{C = 0.06 \times P_m} \dots\dots\dots(13)$$

Dónde:  $P_m$  = Potencia media y se asume que es el 67% de la potencia máxima teórica (HP)  
Si el precio por galón de combustible son  $P_p$  y  $P_g$  para el petróleo y gasolina respectivamente, el costo por este concepto será:

Motores Diesel (petróleo)

$$\boxed{C_c = 0.04 (0.67 \text{ HP}) \times P_p} \dots\dots\dots(14)$$

Motores a Gasolina

$$\boxed{C_c = 0.06 (0.67 \text{ HP}) \times P_g} \dots\dots\dots(15)$$

### II.2 Costo de Lubricantes (Cl)

El consumo de lubricantes en una máquina guarda relación con su capacidad, tamaño y con el tiempo entre cambios de aceite. También puede influenciar las condiciones de trabajo.

El costo de los lubricantes se refiere principalmente al consumo de Aceites para Motor, Aceites para Transmisión, Aceite para Controles Hidráulicos y Grasas.

Costos de Aceites:

$$\boxed{C_a = (\text{Consumo Aceite}) \times (\text{Precio Aceite})} \dots\dots(16)$$

Costos de Grasas:

$$C_g = (\text{Consumo Grasa}) \times (\text{Precio Grasa})$$

...( 17 )

### II.3 Costo de los Filtros (Cf)

En la práctica, el costo de los filtros se estima comúnmente como el 20% del costo de Combustibles y Lubricantes.

$$C_f = 0.20 \times C_{la}$$

.....( 18 )

### II.4 Costo de Llantas (Cll)

El costo que representa el uso de llantas en los equipos y maquinarias en general, es difícil determinarla con precisión debido a los diversos factores que intervienen: superficie de la vía, presión de la llanta, velocidad máxima, carga que soporta, pendiente y curvatura de la vía, posición de las llantas, etc.

Sin embargo existe un criterio practico de estimar el costo de llantas, como un porcentaje que varía entre el 10 al 30% del costo de combustibles y lubricantes, de acuerdo al tipo de maquinaria y a los factores mencionados anteriormente.

$$C_{ll} = (10\% \text{ a } 30\%) \times C_{la}$$

.....( 19 )

### II.5 Costo del Manejo del Operador.

El costo “Hora – Hombre” del operador de la máquina o maquinista corresponde al de un operario de carreteras, al cual se debe incrementar un porcentaje que en la práctica es del 10% al 15%.

$$C_{op} = (10\% \text{ a } 15\%) \times (HH \text{ operario})$$

.....( 20 )

## III COSTO TOTAL (CT):

$$CT = CF + CV$$



### 3. Gastos Generales y Utilidades (GG y U)

Según el I.C.G., indica:

Además de los Costos Fijos y Variables presentes en un equipo, debe considerarse finalmente el costo que representa la administración del mismo, así como gastos como transporte interno, personal para el control y Vigilancia, etc. Estos costos se conocen como Gastos Generales y se estima como un Porcentaje que varía del 5% al 10% del Costo Total.

Por otro lado, también debe considerarse la Utilidad del propietario.

El margen razonable de la utilidad dada la inversión en equipos y maquinarias es del 10% del Costo Total.

$$GG = (5\% \text{ a } 10\%) \times CT$$

$$U = (10\%) \times CT$$

### 4. Alquiler de Equipo

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

El MTC consideraba en las publicaciones que hacía de tarifas de Alquiler de Equipo, los siguientes incrementos, por zona geográfica.

Para la Sierra y Selva + 2%

En Madre de Dios + 3%

Tratándose de Alquiler de Equipo el IGV (18%) es asumido por el usuario.

### 5. Impuesto General a las Ventas (IGV)

#### B.3.2 Rendimiento del Equipo

##### 1. Rendimiento de Equipos.

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Al igual que los rendimientos de mano de obra, los rendimientos de una máquina están en función a diversos factores, según el tipo de maquinaria.

Ejemplo, para el caso de tractores de oruga tenemos:

Capacidad del operador

Visibilidad

Eficiencia de trabajo

Maniobra

Pendiente del terreno

Altitud de la obra

Tipo de material

Hoja angulable

En función a esto se determina un factor de corrección sobre la producción o rendimiento teórico, estableciendo un Rendimiento Estándar por día.

## 2. Aporte Unitario de Equipo

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Para calcular la cantidad de recurso de equipo, por unidad de partida, se aplica la siguiente relación:

$$Aporte.Equipo = \frac{N^{\circ}de.máquinas * 8.horas}{Rendimiento}$$

### B.4 Herramientas

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

El proceso constructivo de cualquier obra requiere herramientas menores de diversos tipos: palanas, picos, cizallas, garlopas, hojas de sierra, martillos, etc., las cuales son suministradas por el contratista, éste debe incluir su depreciación dentro de los costos diversos.

El costo directo de herramientas corresponde al consumo o desgaste que éstas sufren al ser utilizadas durante la ejecución de las diversas partidas de una Obra y se puede calcular de la siguiente manera:

$Hm = h \times M$
-------------------

Hm. = Es el costo directo de herramientas en la partida.

h = Representa un coeficiente (porcentaje expresado en forma decimal).

Estimado en función a la incidencia de utilización de las herramientas en la partida en estudio según la experiencia en obras similares. Este Coeficiente, o porcentaje, generalmente varía de 3 % a 5 % (0.03 a 0.05)

M = Es el costo directo de mano de obra en dicha partida, considerando el Jornal básico y porcentajes sobre el mismo (incremento adicional de Remuneraciones, bonificaciones, etc.)

#### **B.4.1 Clases de Herramientas**

**1. MANUALES:** Las cuales pueden ser:

**De uso personal**, o de propiedad del obrero, generalmente del Operario, el cual la lleva y emplea en su trabajo: martillos, frotachos, serruchos, etc.

**De uso colectivo**, o de propiedad de la empresa, la cual las proporciona a su personal, como: carretillas, picos, lampas, barretas, etc.

**2. ESPECIALES:** Son las que necesitan algún tipo de energía para su utilización y se les fija un valor de alquiler como el caso de maquinarias. Así por Ej.: motosierras, taladros, etc.

#### **2.3.2.1 Costos indirectos**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Los Costos Indirectos son todos aquellos gastos que no pueden aplicarse a una partida determinada, sino al conjunto de la obra.

Los Costos Indirectos se clasifican en:

Gastos generales y

Utilidad

#### **A) Gastos generales**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

El artículo 2° del D.S. 011-79-VC del 01.03.79 define los Gastos Generales como aquellos que debe efectuar el contratista durante la construcción derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra. Estos Gastos Generales se subdividen en:

#### **A.1 Gastos Generales FIJOS (NO RELACIONADOS con el Tiempo de Ejecución de la Obra)**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Son aquellos en que sólo se incurren una vez, no volviendo a gastarse aunque la obra se amplíe en su plazo original.

$$\% \text{ G.G.F.} = \text{G.G.F.} / \text{Costo Directo} \dots\dots\dots (21)$$

## **GASTOS GENERALES FIJOS**

### **(Relación enumerativa no limitativa)**

#### **A.1.1 Gastos de Licitación y Contratación**

Gastos en documentos de presentación (por compra de bases de licitación, planos, etc.)

Gastos de visita a obra (por pasajes, viáticos, etc., para observar el lugar de la futura construcción).

Gastos notariales (como consecuencia de la licitación y contratación)

Gastos de aviso de convocatoria y buena pro (pagados por quien obtenga la buena pro, según las normas vigentes)

Gastos de elaboración de propuesta (por los honorarios de personal especializado, impresión, etc.)

Gastos de estudios de programación (por honorarios de personal especializado, impresión, eventualmente empleo de sistema de computación, etc.)

Gastos de estudios de suelos (cuando se exijan en forma específica)

#### **A.1.2 Gastos Indirectos Varios**

Gastos de licitaciones no otorgadas (porque las obras ejecutadas tienen que observar los gastos de licitaciones no otorgadas)

Gastos legales y notariales (no aplicables a una obra específica sino a la organización en general)

Inscripción en el Consejo Nacional Superior de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas (correspondiente a la organización en general)

Patentes y Regalías (por derechos de uso que generalmente son de aplicación en todas las obras)

Seguros contra incendio, robo, etc., (seguro de todas las instalaciones de la empresa)

Consultores y Asesores (por los honorarios de consultas y trabajos especializados)

Obligaciones fiscales (por licencias y obligaciones con el fisco, sin incluir los impuestos que por ley corresponden al contratista)

Carta Fianza por beneficios sociales para los trabajadores.

## **A.2 Gastos Generales VARIABLES (RELACIONADOS con el Tiempo de Ejecución de la Obra)**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Son aquellos que dada su naturaleza siguen existiendo o permanecen a lo largo de todo el plazo de obra, incluida su eventual ampliación.

$$\% \text{ G.G.V.} = \text{G.G.V.} / \text{Costo Directo} \dots\dots\dots ( 22 )$$

### **Gastos generales variables**

#### **A.2.1 Gastos de Administración de Obra**

Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales de personal técnico administrativo (residente, personal técnico, personal administrativo, maestro de obra).

Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales para control y ensayos de materiales.

Gastos por traslado de personal.

Seguro para terceros y propiedades ajenas que puede incluir o no al personal de inspección de la Entidad Licitante según lo indiquen las bases.

Seguro de accidentes individuales cubriendo viajes de Ingenieros y Técnicos.

Papelería y útiles de escritorio.

Copias de documentos y copias de planos.

Artículos de limpieza.

Amortización de instrumentos de Ingeniería y equipo de oficina.

Pasajes y viáticos por viajes circunstanciales del personal de la obra.

Gastos de operación y depreciación de vehículos.

Botiquín.

Facilidades de transporte para alimentos.

Derechos de vía o servidumbre temporal.

Derechos de ocupación de vía pública.

Derechos de uso de terrenos temporales.

Derecho de uso de canteras.

Costo de talleres de mantenimiento y reparación.

Costo de luz, teléfono y gabelas.

### **A.2.2 Gastos de Administración en Oficina**

Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal directivo.

Sueldos, bonificaciones y beneficios sociales del personal administrativo.

Alquiler de locales.

Correo, telégrafo, radio.

Alumbrado, agua, teléfono, gabelas.

Impresos, papelería y útiles de escritorio.

Copias de documentos, duplicado de planos, fotografías.

Artículos de limpieza.

Amortización de equipos de oficina.

Gastos de operación y depreciación de vehículos.

Pasajes, viáticos de personal de inspección y control.

### **A.2.3 Gastos Financieros Relativos a la Obra**

Gastos en renovación de garantía para el adelanto (por tasa y comisión de la entidad financiera que renueva la garantía).

Intereses de letras.

Gastos en otros compromisos financieros.

## **B) Utilidad**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

El Art. 2° del D.S. 011-79-VC indica que la utilidad es el monto que percibe el contratista por ejecutar la obra, es un % del Presupuesto y que forma parte del movimiento económico general de la empresa con el objeto de dar dividendos, capitalizar, reinvertir, pagar impuestos relativos a la misma utilidad e incluso cubrir pérdidas de otras obras.

En términos globales, la utilidad está compuesta de la siguiente forma:

<b>UTILIDAD BRUTA</b>	Utilidad Neta Impuesto sobre Utilidad
-----------------------	--

	c. Margen por variaciones imprevistas
--	---------------------------------------

Es importante para cualquier empresa fijar y obtener una utilidad justa dado que esta posibilita, además de seguir existiendo, su crecimiento y/o expansión, con una determinada capacidad de ahorro interno que incrementa su capital, todo lo cual incide en cierto momento en el desarrollo de la economía en general cumpliendo además su función social de dar trabajo con mejores ingresos a su personal.

En nuestro medio ha sido y es tradicional, aplicar un porcentaje promedio de utilidad del 10% sobre el costo directo de la obra, indistintamente se trate de obras de edificación, carreteras, irrigaciones, etc., sin embargo, desde que se estableció el otorgamiento de obras a las ofertas más bajas, este % de utilidad ha tendido a disminuir.

En forma práctica, pero siempre tratando de sustentar en un análisis técnico, la utilidad se puede estimar en función a los siguientes parámetros:

El factor de riesgo e incertidumbre no previsible.

La competencia.

Conocimiento preciso del tipo de Obra a ejecutar.

Capacidad financiera de la empresa para ejecutar esa Obra y soportar eventuales brechas de desfinanciamiento.

La utilidad por los servicios de la empresa.

La utilidad por los servicios de capital.

Determinado el porcentaje de utilidad aparecen dos conceptos relativos a su aplicación.

Sólo sobre los Costos Directos.

Sobre los Costos Directos + Costos Indirectos.(no aplicado en nuestro medio)

### **2.3.3 El I.G.V. en la construcción**

El Decreto legislativo N° 775 del 31 de diciembre de 1993 consigna, que los contratos de construcción están afectos al Impuesto general a las Ventas desde el 01.01.94.

El porcentaje que se considera y que debe pagar la entidad contratante es del **18 %**, aplicado al **Sub Total** (Costos Directos + Gastos Generales + Utilidad) del Presupuesto de la Obra.

### **2.3.4 Análisis de costos unitarios**

#### **a) Análisis de costo**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel indica que:

El Análisis de Costo de una partida determinada, se define como la sumatoria de recursos o aportes de Mano de Obra y/o Materiales y/o Equipo/ Herramientas, afectados por su Precio Unitario correspondiente, la cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m3, m2, Kg, p2, etc.)

Para lograr un análisis de costo, lo más aproximado a la realidad, debe ser elaborado por una persona con experiencia en ese tipo de obras a fin de que se tomen en cuenta la mayor cantidad y en forma óptima, todos los componentes que se requieren para ejecutar la partida.

#### **b) Análisis de costos compuestos**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel en su libro Costos, Presupuestos, Valorizaciones, indica que:

Por lo general en el caso de análisis de costo de obras de movimiento de tierras: carreteras, túneles, presas, etc. Un análisis está compuesto por otro sub análisis, los cuales deben ser elaborados primero para llegar a obtener el costo unitario total de la partida. Ejemplo:

ANALISIS	UND	SUB - ANALISIS
I) Corte roca suelta	M <sup>3</sup>	a) Perforación y disparo
		b) Excavación, desquinche y peinado de taludes
		a) Extracción y Apilamiento
II) Material Chancado (Agregado Para base y carpeta asfáltica)	M <sup>3</sup>	b) Carguío
		c) Transporte a la Planta Chancadora
		d) Chancado
		e) Carguío
		f) Transporte a Obra

#### **c) Características de los análisis de costos**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Dado que el Análisis de costo es en forma genérica, la evolución de un proceso determinado, algunas de sus características son:

- a) El Análisis de Costo es aproximado.
- b) El Análisis de Costo es específico.
- c) El Análisis de Costo es dinámico.



d) El Análisis de costo está precedido de costos anteriores y éste a su vez es integrante de costos posteriores.

### **2.3.4 Presupuesto de obra**

#### **a) Definición**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Conceptualmente podemos definir un Presupuesto de Obra como la determinación del valor de dicha obra, conocidos los siguientes parámetros:

Las partidas que se necesitan: codificadas

Los metrados de cada una de esas partidas: sustentados

Los Costos Unitarios de cada una de las partidas: revisados.

Los porcentajes de Gastos Generales (sustentados) y Utilidad (estimada) a aplicar a la obra (Costos Indirectos)

El Impuesto General a las ventas. (18 %)

#### **Estructura**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

No existe un formato oficial o único para la presentación de un Presupuesto de Obra. En términos técnico-prácticos el Presupuesto de una Obra debe estar estructurado de la siguiente manera:

1. Fases, según el tipo de obra. Por ejemplo en Obras de Edificación: Arquitectura, Estructuras, Eléctricas, Sanitarias.
2. La Fase a su vez se estructura según una secuencia del proceso constructivo de obra, con la finalidad de determinar si están consideradas todas las partidas necesarias para alcanzar el 100 % de cada fase y de otro lado para que durante la ejecución de obra se pueda controlar el avance.

#### **b) Tipos de Presupuestos**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Se tienen: **Presupuestos de Obras por Contrata** (Presupuesto de Obra Principal y Presupuestos de Adicionales de Obra, los cuales pueden ser Con Costos Unitarios del Valor Referencial y Con Costos Unitarios Nuevos o Pactados); y **Presupuesto de Obra por Administración Directa**. El Presupuesto a elaborar en el presente Informe de Ingeniería es un Presupuesto de Obra por Contrata que tendrá la configuración siguiente del Ejemplo:

<b>Partid</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Metrad</b>	<b>C.U.</b>	<b>Parcial</b>
<b>a</b>			<b>o</b>		
1.02.01	<b>TARRAJEO PRIMARIO,</b>	M2	1,767.18	26.36	46,582.8
	<b>MORTERO 1:5</b>				6
1	Costo Directo (CD)				46,582.8
2	Gastos Generales (15.00%) (CD*0.15)				6
3	Utilidad ( 10.00 % ) ( CD*0.10 )				6,987.43
4.	Sub Total (ST)(1+2+3+4)				4,658.29
5.	I.G.V. (18 %) (ST*0.18)				58,228.5
					8
					10,481.1
					4
<b>TOTAL PRESUPUESTO (5+6) S/.</b>					<b>68,709.7</b>
					<b>2</b>

**c) Consideraciones Previas a la Formulación del Presupuesto**

Según el autor Salinas Seminario, Miguel, indica que:

Para las obras por **Contrata** formular los Análisis de Costos Unitarios considerando los precios de los materiales y los costos de operación de las tarifas de alquiler de equipo **sin IGV**.

Para las obras por **Ejecución Presupuestaria Directa** formular los Análisis de Costos Unitarios considerando los precios de los materiales y los costos de operación de las tarifas de alquiler de equipo, con I.G.V.

Los Presupuestos Adicionales sólo llevan Gastos Generales Variables,

Los Presupuestos de las Obras por Ejecución Presupuestaria Directa no tienen utilidad ni IGV.

Considerar las importaciones de equipo y materiales que sean necesarias realizar para la obra con todos sus costos e impuestos.

Los metrados deben ceñirse a los Reglamentos de metrados existentes.

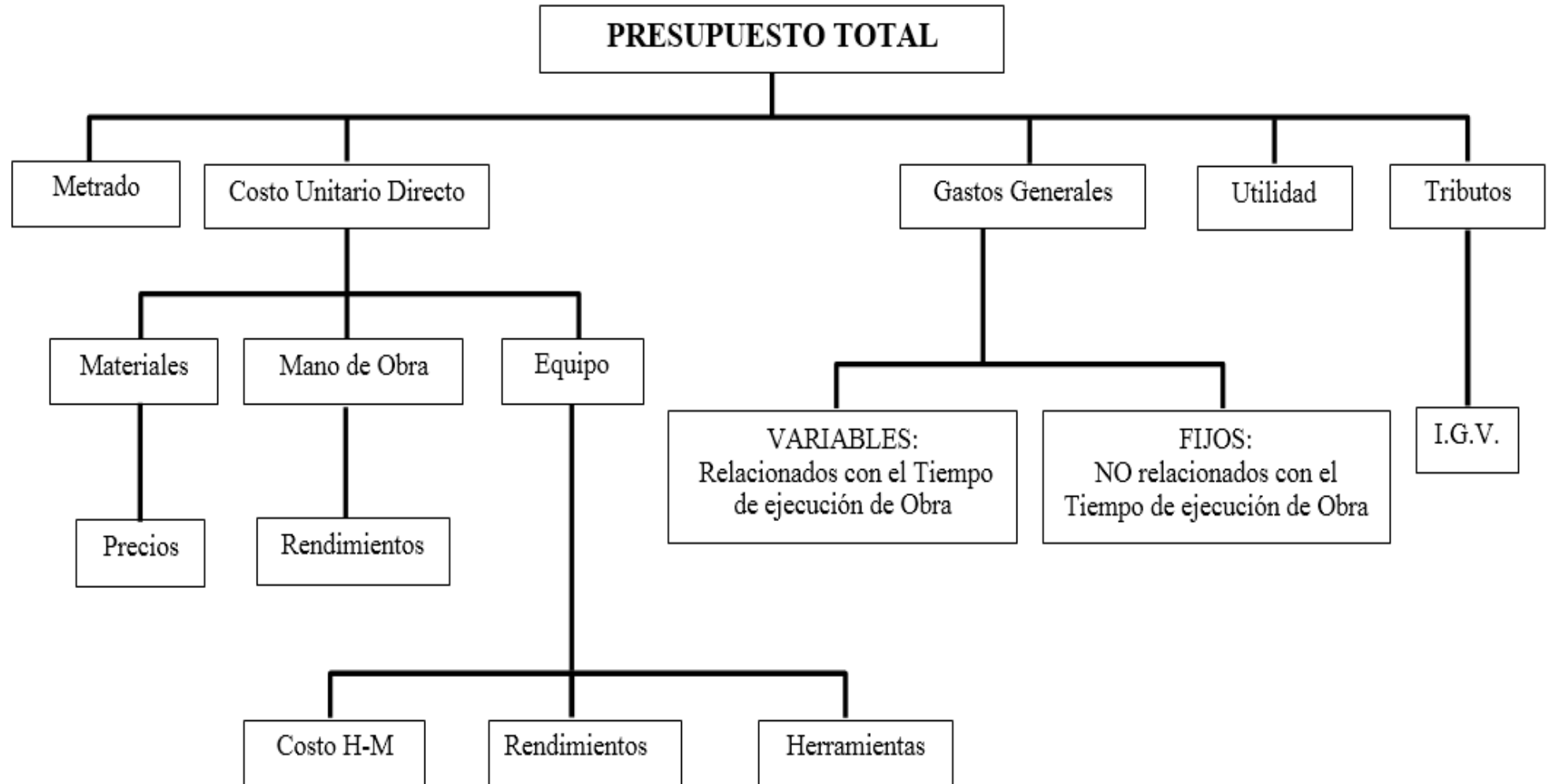
Los Costos Indirectos deben ser presentados como: Gastos Generales (algunas veces se descomponen en sus Gastos Generales Fijos y Gastos Generales Variables) y la Utilidad.

Revisar los cálculos u operaciones aritméticas ya que muchas veces se han detectado errores en esta parte lo cual determina parciales o totales incorrectos y a su vez Presupuestos equivocados.

Los Costos Unitarios parciales y totales se deben considerar a dos décimas. Ejemplo: S/. 123,458.91 y no S/. 123,458.908.

Recomendamos sin ser obligatorio, que los metrados sean redondeados a sólo un decimal, hacia arriba o hacia abajo. Ejemplo: 14.80 m<sup>3</sup> y no 14.83 m<sup>3</sup>, 14.90 m<sup>3</sup> y no 14.87 m<sup>3</sup>, puesto que los centésimos no tienen incidencia en el Presupuesto y menos aún sobre los reajustes.

**Esquema general de un presupuesto de obra (47)**



### 2.3.6 Fórmula polinómica

Según el autor Castillo Aristondo, Rodolfo, indican que:

Es la representación matemática de la estructura de costos de un Presupuesto y está constituida por la sumatoria de términos, denominados **MONOMIOS** que contienen la incidencia de los principales elementos del costo de la obra, cuya suma determine para un período dado el coeficiente de reajuste del monto de la obra.

Estructura básica de la fórmula polinómica:

$$K = a \frac{Jr}{Jo} + b \frac{Mr}{Mo} + c \frac{Er}{Eo} + d \frac{Vr}{Vo} + e \frac{GUr}{Guo}$$

Donde:

**K:** Es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra como resultado de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción. Será expresado al milésimo.

**a, b, c, d, e :** Son cifras decimales con aproximación milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos de mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad, respectivamente.

**MANO DE OBRA (Jr/Jo):** Es la suma de jornales que se incluyen en el proceso constructivo de la obra, incluyendo las leyes sociales y diversos pagos que se hacen a los trabajadores.

**MATERIALES (Mr/Mo):** Son los materiales nacionales e importados que quedan incorporados en la obra.

**EQUIPO DE CONSTRUCCIÓN (Er/Eo):** Son las maquinarias, vehículos, implementos auxiliares y herramientas que emplea el contratista durante el proceso constructivo de la obra.

**VARIOS (Vr/Vo):** Son los elementos que por su naturaleza, no pueden incluirse en los correspondientes a mano de obra, materiales o equipos de construcción.

**GASTOS GENERALES (GGr/GGo):** Son aquellos que debe efectuar el contratista durante la construcción. Comprende gastos efectuados directamente en obras proporcionalmente en oficinas, tales como: sueldo, jornales, alquileres de inmuebles, teléfono, útiles, etc.

**UTILIDAD (Ur/Uo):** Es el monto que percibe el contratista por ejecutar la obra.

Los Gastos Generales y la Utilidad serán siempre considerados como un solo monomio dentro de las fórmulas polinómicas.

La suma de todos los coeficientes de incidencia (**a, b, c, d, e**), siempre será igual a la unidad (1.000).

**Jo, Mo, Eo, Vo, GUo**, Son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios y gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del Presupuesto Base, los cuales permanecen invariable durante la ejecución de la obra.

**Jr, Mr, Er, Vr, GUr**, Son los índices de precios de los mismos elementos, a la fecha del reajuste correspondiente.

Los elementos representativos no podrán ser sustituidos por otros, después de la firma del contrato respectivo.

#### **a) Presupuesto Base:**

Según Castillo Aristondo, Rodolfo, indica que:

Documento elaborado por la Entidad Licitante en el que se consigna el valor de las obras y que contiene además metrados, precios unitarios, análisis de los mismos, Gastos Generales y su análisis, utilidad del Contratista y el monto de los tributos vigentes.

En las bases correspondientes debe aparecer la fecha de la elaboración del Presupuesto. hasta ocho (8) fórmulas polinómicas.

El presupuesto respectivo deberá subdividirse en tantas partes como fórmulas se requieran.

Ejemplo:

Obra de Habilitación Urbana.

Obra de Edificación.

Obras de carreteras.

Puentes.

Muelles, etc.

El coeficiente de Incidencia de cada monomio, no debe ser inferior a cinco céntimos (0.05), esto significa que cualquier elemento cuya incidencia sea inferior a 5 % del monto del presupuesto correspondiente a la fórmula, no puede constituir por si sólo un monomio y en este caso tiene que unirse a otros elementos afines.

## **b) Cálculo de los Coeficientes de Incidencia**

Según Castillo Aristondo, Rodolfo, indica que:

Si bien es cierto que actualmente este cálculo se realiza por computadora, es importante conocer el proceso manual para tener el criterio de determinación, de los coeficientes de incidencia.

Los pasos para el cálculo son los siguientes:

**b.1** Teniendo el Presupuesto Base de la obra y los análisis de costos de la misma, se codifica en éste todos los insumos con el Índice unificado correspondiente.

**b.2** Una vez efectuado ello, se elabora un cuadro conteniendo el número de partida, descripción, unidad, metrado, costo parcial ( todos estos datos extraídos del Presupuesto base ) e índices unificados que participan en los análisis de costos.

**b.3** Seguidamente, partida por partida, se multiplica el metrado por el precio unitario del insumo de la partida correspondiente y el resultado se coloca en la columna respectiva y verificando que la sumatoria horizontal de insumos dé el costo parcial de dicha partida. Similarmente se efectúa con los demás insumos y partidas hasta completar el presupuesto total.

**b.4** Una vez llenado el cuadro se realiza la sumatoria por columnas (llámese “por IU”) y también por filas para verificar el costo total.

**b.5** Finalmente, los coeficientes de incidencia se hallan dividiendo el monto de cada Índice Unificado entre el monto del Presupuesto Base, dicho resultado con una aproximación al milésimo, como prescribe la norma y debiendo sumar todos ellos **1.000**.

## **c) Índices de Precios**

Según Castillo Aristondo, Rodolfo, indica que:

El Índice de Precio se define como un indicador económico que fija la variación de un precio durante un determinado tiempo de un elemento: material, mano de obra o equipo.

Los Índices de precios pueden clasificarse como Absoluto y Relativo, conceptuándose de la siguiente manera:

### **c.1 Índice absoluto:**

Según Castillo Aristondo, Rodolfo, indica que:

Es aquel referido a la variación natural de un insumo o elemento. Así por ejemplo, el precio de una bolsa de cemento, de un metro cuadrado de mayólica o el costo de hora – hombre de un operario.

**c.2 Índice relativo:** Es el índice que se utiliza en el Sistema de Reajuste de precios mediante fórmula polinómica en razón a que son valores referidos al que tuvo el insumo o elemento en cierto momento que se toma como 100 y se le denomina BASE.

#### **d) Índices de Precios Unificados**

Según Castillo Aristondo, Rodolfo, indica que:

El Consejo de Reajuste de los precios de la Construcción (**CREPCO**), creado por la Ley N° 16246 del 27/09/66, tiene por finalidad la elaboración de los Índices de Precios de los elementos que determinen el costo de la obra.

Los Índices Unificados se publican para seis (6) Áreas Geográficas:

**AREA GEOGRAFICA N° 1:** Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas y San Martín.

**AREA GEOGRAFICA N° 2:** Ancash, Lima, Provincia Constitucional del Callao e Ica.

**AREA GEOGRAFICA N° 3:** Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho y Ucayali.

**AREA GEOGRAFICA N° 4:** Arequipa, Moquegua y Tacna.

**AREA GEOGRAFICA N° 5:** Loreto.

**AREA GEOGRAFICA N° 6:** Cuzco, Puno, Apurímac y Madre de Dios.

Los Índices Unificados de Precios se utilizan exclusivamente para reajustar los montos de los Presupuestos de todas las obras públicas y privadas contratadas.

Con el sistema de reajustes de precios por fórmulas polinómicas cada Índice Unificado tiene asignado un código.

#### **Software S-10 para Windows Versión 2.0**

##### **a) Generalidades:**

Según “ Guía del Usuario del Módulo de Presupuesto S10 Versión 2.0 para Windows”

Este es un programa para elaborar presupuestos de todo tipo de obras. Es un sistema diseñado para ser utilizado por la industria de la construcción en general.

Viene implementado con partidas básicas de las siguientes especialidades:



PARTIDAS DE EDIFICACION DE CAPECO

PARTIDAS DE SANEAMIENTO (SEDAPAL)

PARTIDAS DE IRRIGACION

PARTIDAS DE PAVIMENTACION

PARTIDAS DE CARRETERAS

El Catálogo de Insumos tiene más de 18,000 registros, en los que se encuentra la mano de obra, materiales y equipo.

#### **b) Módulo de Presupuestos:**

Según “ Guía del Usuario del Módulo de Presupuesto S10 Versión 2.0 para Windows”

Las características son:

Facilidad de manejo, el trabajo es efectuado a través de ventanas, y los botones están implementados con ayudas en línea.

El sistema es abierto, lo que permite registrar, modificar, borrar información.

Registro de información en orden jerarquizado, lo que hace un trabajo ordenado y de fácil acceso.

El límite de almacenamiento de partidas y en general de toda su información sólo depende de la disponibilidad de espacio en su disco duro.

Manejo de partidas mediante una “biblioteca” en la que se puede almacenar partidas de diferente procedencia; ejemplo: (CAPECO, ENACE, MINISTERIO DE TRANSPORTES, etc.) sin confundirlas así como las creadas por el operador y/o aplicaciones. Estas partidas pueden ser utilizadas por cualquier tipo de presupuesto que elabore el usuario.

No se requiere trabajar con listados, ni menos aprender de memoria la codificación de los recursos y partidas, ya que dispone de un sistema exclusivo de búsqueda y el sistema de MANTENIMIENTO FLOTANTE creado por el S10.

Cambio de moneda: Utilice la denominación monetaria de su país.

Diseñado para trabajar simultáneamente en doble moneda. (Por ejemplo NUEVOS SOLES Y DOLARES).

Diferentes formas de cálculo de los análisis de precios unitarios, así como múltiples formas de impresión.

Manejo de PARTIDAS BASICAS, PARTIDAS COMBINADAS, PARTIDAS ESTIMADAS, SUB-PARTIDAS o INSUMOS PARTIDA, sin límite de niveles.

Las PARTIDAS BASICAS, integradas por materiales, mano de obra, equipo e INSUMOS PARTIDAS.

Las PARTIDAS COMBINADAS, son pequeños presupuestos hasta de 99 ítems, inmersos en otro presupuesto. Esta partida combinada aparece como una partida dentro del presupuesto principal.

Las PARTIDAS ESTIMADAS, son aquellas que por su naturaleza no requieren de un análisis detallado, pueden ser una cotización, y este precio cotizado puede ser registrado directamente en la hoja del presupuesto.

Ajuste automático del presupuesto a montos predefinidos, sin variar el precio de los insumos.

Actualización de precios mediante cotización directa, y/o factores directos.

Cálculo automático de la fórmula polinómica.

Intercambio de información de una PC a otra.

Importa datos de cualquier versión del DOS del S10.

Puede exportar uno ó más presupuestos para ser utilizados en otra PC que tenga instalado el S10win.

Exporta presupuestos, análisis de precios unitarios, precios de insumos, etc., a cualquier base de datos ú hojas de cálculo. Ejemplo: EXCEL.

Los precios de los insumos son almacenados por lugar y fecha, compartiendo los mismos precios los presupuestos elaborados en un determinado lugar. También pueden ser almacenados los precios para cada presupuesto en particular.

### **2.3.8 programación de obra**

Según el Ing. Ibañez, Walter, indica que:

La programación de Obra tiene la finalidad de lograr el desarrollo óptimo de los trabajos al más bajo costo, empleando el menor tiempo posible y con el requerimiento mínimo de equipo y mano de Obra.

Se utilizan varios métodos de programación:

#### **a) Método de Gantt**

Según el autor Ibañez, Walter, indica que:

Conocido también como “Diagrama de Barras”, y es el más usado para representar un programa de un proceso productivo.

El Diagrama de Barras es muy útil para observar y registrar el avance. Tiene quizás el inconveniente de planificar y programar al mismo tiempo, por lo que involucra procesos mentales y juicios de valor que convendría explicar.

El proceso para la elaboración del Diagrama de Barras es el siguiente:

- 1° Se determina las principales actividades que se realizarán durante la ejecución de la Obra.
- 2° Se estima la fecha de inicio y término de cada actividad.
- 3° Cada actividad se representa mediante una barra recta contraída a escala conveniente, cuya longitud representará la duración de la actividad.
- 4° Se hace una relación de las actividades, manteniendo el orden de ejecución; luego guardando el orden se grafican las barras que representan cada actividad, en una escala de tiempo.

#### **a.1 Deficiencias del Método GANTT.**

Según el Autor Ibáñez, Walter<sup>(58)</sup>, indica que:

El método representa serias deficiencias debido a la dificultad para representar la secuencia de ejecución de un número de actividades, sólo es posible descomponer el proceso en actividades principales dejando la planeación y programación del detalle de las actividades menores.

Asimismo, no permite señalar las interrelaciones entre las distintas actividades. De tal manera que no muestran en forma clara el efecto de cualquier alteración a las fechas de inicio y término de las demás y de todo el proyecto.

No se saben cuáles son las actividades dominantes en cuanto a duración del proyecto.

Utilizan una gráfica de barras o de objetivos. Formalmente, la carta de GANTT presenta cuánto tiempo se necesita para cada actividad y cuándo tendrá lugar la misma. Además de las actividades también se pueden mostrar los objetivos (eventos, hitos de duración cero

#### **b) Método PERT**

Según el Autor Ibáñez, Walter, indica que:

**PERT** Program Evolution and Review Technique (Técnica de Evaluación y Supervisión de Programas)

Es el método más indicado para los proyectos de investigación; en las cuales existe el problema de las estimaciones de tiempo y la posibilidad o riesgo de cumplir con determinados objetivos.

Este método fue creado a raíz de los complejo problemas de dirección y control que ofrecieron los proyectos espaciales, con actividades de base probabilística realizados por primera vez por el hombre.

Este método permite una mejor coordinación de los trabajos, la disminución de plazos de ejecución, economía de costos de producción, conocimiento de la probabilidad de cumplir un plazo prefijado de entrega.

Para realizar la planificación y programa PERT se realizan gráficos de redes, similares a las redes eléctricas, y se utilizan conceptos desarrollados en las Ciencias Estadísticas.

El proceso para la elaboración de un PERT es el siguiente:

- 1º Se determinan las actividades que se realizarán durante la ejecución de la Obra.
- 2º Se le asigna un tiempo a cada actividad suponiendo que se cuenta con todos los insumos (Mano de Obra, Equipo, Herramientas y materiales), necesarios para el tiempo previsto. Al asignar tiempos a cada una de las actividades se debe adoptar una unidad de tiempo más adecuada a la Obra, en concretos se utiliza frecuentemente como unidad al día de ocho (08) horas de trabajo. Con la información de nuestra experiencia, o de libros, o del Capataz, se determinan la duración estimada de cada actividad que no se da un sólo valor sino tres (03).

$t_o$  = Tiempo optimista (el menor plazo posible)

$t_m$  = Tiempo probable (plazo real para un gran número de realizaciones)

$t_p$  = Tiempo pesimista (tiempo máximo que ocurre una vez en 100)

A partir de estos valores estimados se calcula el tiempo esperado que es un plazo muy probable y que resulta de:

$$t_e = \frac{(t_o + 4 * t_m + t_p)}{6} \Rightarrow Ec.(1) \dots\dots\dots(23)$$

Entonces “ $t_e$ ” es el tiempo que asignamos para efectuar la actividad que se cumplirá con una variación o aproximación “ $\Delta t_e$ ”:

$$\Delta t_e = \frac{(t_p - t_o)}{6} \Rightarrow Ec.(2) \quad \dots\dots\dots(24)$$

Es decir que “ $\Delta t_e$ ”, es la medida del error de cálculo de “ $t_e$ ”.

Aplicamos lo dicho al ejemplo detallado en el cuadro siguiente:

**Tabla 6:**

*Tiempos Estimados*

Actividad	$t_o$	$t_m$	$t_p$	$t_e$	$\Delta t_e$
A	12	14	24	15	2.00
B	8	8	16	9	1.33
C	6	8	18	9	2.00
D	5	6	15	7	1.67

3° Se ordena las actividades y se llena en un formato respondiendo a las siguientes preguntas:

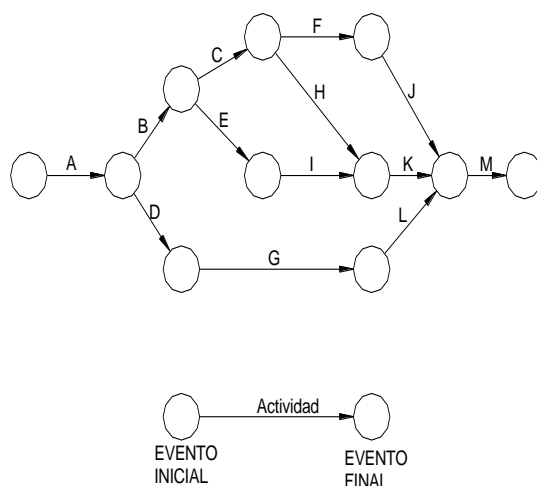
- i.¿Qué es previo a ésta actividad?
- ii.¿Qué es posterior a ésta actividad?
- iii.¿Cuáles son las actividades que pueden hacerse simultáneamente?

**Tabla 7:**

*Formato de Ordenamiento de Actividades*

ACTIVIDAD	ACTIVIDAD ANTERIOR	ACTIVIDAD POSTERIOR	ACTIVIDAD SIMULTÁNEA
A	-	B-D	
B	A	C-E	
C	B	F-H	
D	A		

4° Una vez completado el formato anterior se procede a hacer un diagrama de actividades. Vamos a hacer una red donde cada flecha representa una actividad.



**Evento Inicial.**- La actividad comienza en un momento determinado.

**Actividad.**- Asume todo el tiempo de duración, la flecha siempre debe dirigirse de izquierda a derecha, nunca retrocede porque el tiempo siempre avanza. El vector no usa ninguna escala para indicar el largo.

**Evento Final.**- Cuando la actividad ha terminado.

En una malla, que reúne todas las actividades de un proyecto, ocurre, y conviene que ocurra que varias actividades simultáneamente terminen en el mismo evento y otras comiencen también simultáneamente en el mismo evento.

En muchos casos es también la utilización de Actividades Ficticias



La **Actividad Ficticia** sirve para indicar la secuencia entre las actividades.

5° Se enumera los eventos o nudos, para el mejor ordenamiento se aconseja ubicar los nudos simultáneos en líneas verticales y enumerarlos de abajo hacia arriba y de izquierda a derecha según el orden cronológico.

### **METODO C.P.M. (Critical Path Method)**

Según el autor Ibáñez, Walter, define así:

Llamado también método de la “**Sucesión Crítica de Trabajos**” ó “**Método del Camino Crítico**”. Su esencia es determinístico y se aplica a proyectos cuyas actividades son

conocidas y existen experiencias de las tareas. El **C.P.M.** asocia a cada proyecto un costo y un tiempo.

Si al **PERT** se le especializa en determinadas necesidades y eficientemente se hace énfasis en el costo de los trabajos, se hará el PERT – Costo, cuya exigencia es normal en los contratos de la mayoría de los países y se denomina más, propiamente **C.P.M.**

Sustancialmente no se diferencia del **PERT** aunque suelen usar algoritmos matemáticos para resolver la malla. La diferencia consiste en que:

**PERT** : Utiliza tiempos probabilísticos y determina fechas probables de terminación.

**CPM** : Considera tiempos fijos y tiende a la optimización de costos y tiempos ya sea hallando el costo mínimo en el menor plazo o la duración mínima del programa de menor costo.

### **c.1) Ventajas de los Métodos PERT y CPM**

Según el autor Ibañez, Walter , indica que:

Las principales ventajas de estas técnicas son poder proporcionar la dirección de las siguientes informaciones:

Qué trabajos serán necesarios primero y cuando se deben realizar los acopios de materiales y problemas de financiación.

Qué trabajos hay y cuantos serán requeridos en cada momento.

Cuál es la situación del proyecto que está en marcha en relación con la fecha programa para su terminación.

Cuáles son las actividades críticas y cuanto tiempo de holgura se les permite si se demoran.

Si el proyecto está atrasado dónde se puede reforzar la marcha para contrarrestar la demora y que coste produce.

Cuál es la planificación y programación de un Proyecto con coste total mínimo y duración óptima.

### **c.2) Conceptos Fundamentales para el Método CPM**

Según el autor Ibañez, Walter , define así:

**Proyecto:** Es el conjunto de actividades que es necesario efectuar para conseguir un objetivo.

**Actividades:** Conjunto de operaciones que constituyen el Proyecto.

**Planeamiento:** Elaboración ordenada y sistemática de un conjunto de trabajos a realizarse con el objeto de lograr un eficiente resultado.

**Programación:** Es la asignación de recursos a las diferentes actividades con el objeto de conocer su duración; se fijan flechas de inicio y término de las actividades, se asigna el equipo y la mano de obra necesaria para terminar la actividad en el plazo fijado.

**Duración:** Número de días que demora la ejecución de una actividad.

**Diagrama de flechas:** Como el componente básico del método CPM es la flecha que representa una determinada actividad, entonces el conjunto de flechas graficados en forma ordenada nos indicará la relación entre sí de todas las actividades de un Proyecto.

**Eventos:** En la intersección de dos o más flechas, un evento no tiene dimensión en tiempo, es instantáneo, ocurre cuando terminan todas las actividades que llegan a él y sólo cuando él ocurre pueden iniciarse las actividades que de él parten.

**Inicio más Temprano (ES):** Es el tiempo más temprano en que se puede iniciar una actividad.

**Inicio más Tarde (LS):** Es el momento más tardío en que se puede iniciar la actividad sin alterar la duración del proyecto.

**Término más Temprano (EF):** Es el momento más temprano que se puede terminar una actividad.

**Término más Tarde (LF):** Momento más tardío en que se puede terminar una actividad sin alterar la duración del proyecto.

**Holgura Total (HT):** Es el máximo tiempo en que una actividad pueda ser retrasada sin aumentar la duración del proyecto.

$$\boxed{HT = LF - EF} \quad \dots\dots\dots( 25 )$$

**Holgura Libre (HL):** Es el máximo tiempo en que una actividad puede ser retrasada sin interferir en las actividades que le siguen.

$$\boxed{HL = ES_j - EF_i} \quad \dots\dots\dots( 26 )$$

**Holgura Independiente (HI):** Es el máximo tiempo en que una actividad puede ser retrasada sin interferir en la terminación de las actividades que le siguen:

$$\boxed{HI = (ES_j - FL_i) - d_{ij}} \quad \dots\dots\dots( 27 )$$

**Duración de una Actividad (d):** Está determinada por la fórmula:

$$\boxed{d = \text{Metrado/Rendimiento}} \quad \dots\dots\dots( 28 )$$



**Actividad Crítica:** Es aquella que tiene holgura total nula en actividades críticas. Debe cumplirse que:

$$\boxed{ES = LS \quad y \quad EF = LF} \quad \text{.....( 29 )}$$

**Ruta Crítica:** Es el conjunto de actividades críticas que determinan la duración del proyecto.

**Dum:** Es la tarea ficticia. Es utilizada cuando se desea indicar que una actividad no debe realizarse sin haber terminado la Obra.

**Tabla de Tiempos:** Es la representación titulada de los cálculos del CPM los valores contenidos en la tabla de tiempo se puede graficar en un diagrama de barras asumiendo de primera edición que todas las actividades se inician en un tiempo más temprano.

### 2.3.9 Software microsoft project

El software **Microsoft Project** (MS PROJECT) es una ponderosa aplicación que permite la fácil utilización de las técnicas de la Administración de Proyectos casi sin necesidad de que el usuario cuente con conocimientos especializados.

Este programa utiliza para la programación de obras los Métodos GANTT y PERT, dentro de sus múltiples aplicaciones.

#### a. **Planear el Proyecto**

Según el autor Cabanillas Cano, Miguel Ángel, indica que:

A medida que va creando el plan del proyecto, **Microsoft Project** calcula y crea una programación de trabajo basada en la información que se proporciona sobre las tareas se han de realizar, las personas que trabajan en ellas, el equipamiento y suministros utilizados para llevarlos a cabo y los costos ocasionados.

Cuando se crea un plan del proyecto, se definen los siguientes tipos de información:

**Tareas**

**Duración**

**Dependencias entre tareas**

**Recursos**

**Costos**

Con esta información, **Microsoft Project** puede calcular la programación, los costos y la carga de trabajo de los recursos.

#### **2.3.10 Calendario de adquisición de materiales**

Documento en el que consta la programación de compra oportuna de materiales para la ejecución de la obra, de tal forma que se asegure la provisión de los mismos.

El calendario de adquisición de materiales debe guardar armonía con el calendario de avance de obra que el contratista presenta al iniciarse la obra, para solicitar así los materiales con la debida anticipación y evitar los atrasos injustificados en la ejecución de la obra.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales

En el desarrollo del presente Informe de Ingeniería se emplearon los siguientes materiales:

**Material Bibliográfico:** Libros de consulta indicados en ítems del Marco Teórico, apunte del curso de Costos y Presupuestos, Manual del programa S-10, Manual del programa MS PROJET.

**Material de Escritorio:** CD-R, disco duro externo, usb, cartuchos de tinta para impresora, lapiceros, lápices, papel A-4, etc.

**Equipos:** Laptop HP, impresora HP, Plotter.

#### 3.2 Métodos

La metodología empleada tiene carácter básicamente aplicativo de los conocimientos, fórmulas teóricas y aplicación del curso Costos y Presupuestos y de las diferentes informaciones obtenidas de la bibliografía que se anexa.

##### 3.2.1 Elaboración de planos del proyecto

El Proyecto de Arquitectura de la Obra: **“Elaboración de expediente técnico proyecto: Mejoramiento del servicio de educación primaria de la institución educativa N° 00797 Sagrado Corazón de Jesús” de la localidad de Calzada – distrito de Calzada – provincia de Moyobamba – San Martín**” a nivel de desarrollo en, costos - presupuestos y programación de obra”, cuenta con los siguientes planos elaborados en el programa AutoCad:

-	Plano de Ubicación.....	U-01
-	Plano de Trazado.....	T-01
-	Plano Arquitectura Primera Planta.....	AG-01
-	Plano Arquitectura Segunda Planta.....	AG-02
-	Plano de Techos.....	AG-03
-	Plano de Cortes.....	AG-04
-	Plano de Elevaciones.....	AG-05

### 3.2.2 Elaboración de especificaciones técnicas

Las especificaciones de los materiales se encuentran contempladas en los planos, los materiales que se utilizan son materiales comunes cuya obtención se hará en la misma ciudad donde se llevará a cabo la ejecución del proyecto. Evitando de esta manera contratiempos en el desarrollo del proyecto.

### 3.2.3 Determinación de Metrados

Se realizó los cálculos ordenados y sistemáticos hasta la determinación por partidas de la cantidad de Obra a ejecutar, empleando para ello metrados por conteo, metrados por acotamientos, metrados por gráficos, metrados mediante Software (Auto Cad), metrados por fórmulas y los metrados empleando coeficientes.

Se utilizó los planos existentes dibujados con el Software Auto Cad 2007, que forman parte del presente Proyecto.

Los metrados Analíticos por partidas se realizó en hojas de cálculo Excel, en forma ordenada partiendo con los metrados ordenados según las partidas descritas en el Presupuesto de Obra Ejemplo: muros y tabiques; se continuó metrando las partidas correspondientes a revoques y enlucidos, también se realizó los metrados analíticos por partidas de cielorascos, revestimientos, pisos y pavimentos, contrazócalos, zócalos, cubiertas, carpintería de madera, carpintería metálica y herrería, carpintería de aluminio, carpintería de acero inoxidable, cerrajería, vidrios, cristales y similares, pintura, tapajuntas, varios, limpieza y jardinería y finalmente el metrado de las partidas de señalización.

Del proceso ejecutado del metrado se obtuvo cada una de las partidas conformantes del presente Proyecto así como sus metrados respectivos o cantidad de Obra a ejecutar, la cual se presenta en las respectivas planillas de metrados.

Un resumen de metrados se presenta en el cuadro N° 01 y el detalle de cálculo se presenta en el **ANEXO 1**.

### 3.2.4 Elaboración de análisis de costos unitarios

#### 3.2.4.1 Mano de obra

**Aporte Mano de Obra:** Para calcular el Aporte Unitario o cantidad de mano de obra, se aplicó la siguiente relación:

$$\text{N° de Obreros} \times 8 \text{ horas}$$

$$\text{Aporte M. O} = \frac{\text{-----}}{\text{Rendimiento}}$$

Partida:	1.02.06	BRUÑAS SEGUN DETALLE		
Rendimiento	Mano de Obra:	40 ml/día		
			Unid	Cuad. Cant
CAPATAZ			HH	0.1 0.020
OPERARIO			HH	1.0 0.200
PEON			HH	0.33 0.066

### Costo Hora-Hombre (HH)

Se tiene un resumen del costo Hora-Hombre, 2,017 - 2018, el Costo Hora –hombre, es como sigue:

Descripción	Costo ( HH) S/.
Capataz	25.16
Operario	20.97
Oficial	17.00
Peón	15.68

### 3.2.4.2 Materiales

#### Aporte Unitario

Las cantidades de materiales con que cada uno de ellos participa dentro del Costo Directo, se determinó en base a bibliografías especializadas así como a los registros tomados en obras similares anteriormente ejecutadas, las cuales están registradas en la Base de Datos del Software S-10.

Se registraron algunos porcentajes de desperdicios que se tomaron en cuenta en la elaboración de los Análisis de Costos Unitarios.

#### Fletes

Según las cotizaciones realizadas con anticipación se definieron los lugares y precios **SIN I.G.V.** ofertados y se definió el transporte terrestre por ser de menor costo que el de transporte aéreo.

Para calcular el costo de flete se aplicó la Resolución: R.C.D. N° 027-91-TC/CRTT-T; del Consejo Directivo de la Comisión Reguladora de Tarifas de Transporte (CRTT); así como también el valor Cotizado de Transporte desde los distintos lugares de adquisición de los materiales; definiendo como precio de Flete el mayor de ambos, que se utilizará como Precio Base (P.B.) para el cálculo del Precio Final del Material Puesto en Obra (PMPO)

Los cuales se resumen en el siguiente cuadro:

**Tabla 8:**

*Costo fletes*

ITEM	RUTA	Transporte Sólidos	Transporte Líquidos
1	Lima - Obra	<b>0.90</b>	<b>1.10</b>
2	Chimbote - Obra	<b>0.70</b>	<b>0.80</b>
3	Tarapoto - Obra	<b>0.10</b>	

### **Precio de Materiales Puesto en Obra**

El precio del material puesto en obra se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{PMPO} = \text{PB} + \text{F} + \text{A/M} + \text{M} + \text{V} + \text{O}$$

Donde:

PMPO = Precio del material puesto en Obra.

PB = Precio base del material en el origen (Sin I.G.V.)

F = Flete terrestre.

A/M = Almacenaje y manipuleo (2% del PB)

M = Mermas por transporte (5% del PB)

V = Viáticos – materiales Explosivos (5% al 30% del PB)

O = Otros, según condiciones de ubicación de la Obra.

### **3.2.4.3 Equipo**

#### **Aporte Unitario**

Para el cálculo de la cantidad de recurso de equipo, por unidad de partida, se aplicó la siguiente relación:

$$\text{Aporte Equipo} = \frac{\text{N° de Máquinas x \# horas}}{\text{Rendimiento}}$$

Generalmente el “# de horas”, es igual al de la jornada normal de trabajo (8 horas), pero si el Equipo en análisis tiene diferente cantidad de uso en la partida se deberá realizar su análisis de aporte con la cantidad de horas que se requiera.

### **Costo Hora-Máquina/Equipo (HM – HE)**

Los costos de Equipos en cada partida, tienen la condición de ser *Directos*, es decir se cuantifican y aplican a cada unidad de dicha partida:

$$\text{Costo Unitario Partida} = (\text{Insumo en HM}) \times (\text{Precio de la HM})$$

El costo de Hora – Máquina de los diferentes equipos utilizados en los costos unitarios se ha tomado actuales del mercado regional

### **3.2.5 Formulación del presupuesto**

Después de haber realizado un minucioso análisis de precios unitarios, se procede a elaborar el presupuesto de obra, teniendo en cuenta la modalidad de ejecución (Por administración indirecta); El sistema utilizado para la elaboración del presupuesto es el programa de costos y presupuesto S10-2005.

Se presenta el cuadro N° 02 con el resumen de presupuesto, y su detalle en el anexo N° 04

### **3.2.6 Determinación de la cantidad de insumos**

La cantidad de insumos nos proporciona el sistema 10 (S10), si un insumo no se encuentra registrado en el catálogo de insumos y se lo registra, la cantidad nos lo proporciona la cámara peruana de la construcción (CAPECO).

Se presenta el detalle en el **ANEXO N° 05**.

### **3.2.7 Elaboración de la formula polinómica**

La elaboración de la fórmula polinómica se efectúa para el presupuesto. Teniendo en cuenta que se debe agrupar los elementos afines, los gastos generales considerados como un solo monomio, y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no sea inferior a cinco centésimos (0.05).

### **3.2.8 Elaboración de la programación de obra**

En el presente informe de ingeniería se ha elaborado la programación de ejecución de la obra, a través del programa MS Project haciendo uso del método del diagrama Gantt, teniendo en cuenta la duración de cada actividad y un proceso constructivo adecuado, que nos va a permitir establecer la duración del proyecto.

La programación de obra se presenta en el cuadro N°06 y el detalle en el **ANEXO N° 06**

### **3.2.9 Elaboración del cronograma valorizado de obra**

El cronograma valorizado, se ha elaborado en función al tiempo que tomara ejecutar las partidas de obra, en el presente caso gracias a los trabajos de programación el cronograma valorizado estará en función de 180 días calendarios. El cronograma valorizado de obra se presenta el detalle en el **ANEXO N° 07**



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUCIONES**

La propuesta económica de la Obra del presente Informe de Ingeniería, arroja resultados que se ajustan a la realidad de la zona, según se detalla a continuación:

Los Metrados se hicieron en forma ordenada y en un sistema adecuado con formatos hechos en Microsoft Exel.

Para el Presupuesto de Obra se tuvo que tomar información de análisis de costo unitarios con rendimientos de Zona de Selva, el presupuesto se realizo con programa de computo del S10 versión 1.01, que es un programa de cálculos de presupuestos de obras civiles, el cual nos permite acortar el tiempo para cálculos como: Presupuesto General, Costos Unitarios, Presupuesto Desagregado, Cuadro de Insumos, Formula Polinómica y duración de actividades de cada partida o subpartida.

Así mismo para el cálculo de Gastos Generales y Utilidad, fueron orientados basándose en bibliografía y la experiencia de profesionales dedicados a la rama constructiva de obras civiles.

La Programación de Obra se hizo en base a Barras Gantt, el cual fue ejecutado mediante el programa de cómputo **“MICROSOFT PROJECT”**.

Para el procesamiento de los Costos Unitarios, se trabajo con jornales de Mano de Obra según CAPECO, vigentes del 01 junio del 2017 al 31 de mayo del 2018.

El resultado del Calendario Valorizado de Obra será utilizado por el propietario de la obra, como una guía de verificación que los trabajos a ejecutarse se asemejen al calendario valorizado de obra, teniendo el contratista el deber de presentar su Calendario Valorizado de Obra actualizado.

El Cronograma de Adquisición de Materiales debe guardar armonía con el Calendario Valorizado, de tal manera que los materiales sean solicitados con la debida anticipación y evitar los atrasos durante la ejecución de la obra.

## CONCLUSIONES

El costo directo según las partidas, metrados y análisis de costos unitarios que intervienen en el presupuesto, es de **S/5'745,861.85** Soles, el 15.00% de gastos generales, 10% de utilidad y 18% de impuesto general a las ventas, dio un costo total de Obra por administración indirecta o contrata de **S/ 8'476,621.24 Soles**.

Los rendimientos utilizados para el cálculo y procesamiento de los costos unitarios del presente informe son de referencias bibliográficas, las cuales están ajustadas a la zona de selva.

El plazo de ejecución de la obra se ha calculado 390 días calendario, tiempo que justifica la programación de Barras Gantt.

## **RECOMENDACIONES**

Para la construcción de la mencionada obra es recomendable que se tome en cuenta todos los parámetros establecidos según los Planos y las Especificaciones Técnicas, con la finalidad de que se obtengan resultados óptimos.

La mano de obra no calificada deberá ser tomada del lugar donde se ejecute la obra.

El Ingeniero Residente debe basarse de acuerdo al Cronograma de Obra, para de esta manera cumplir con los plazos establecidos.

Con respecto a los materiales se deben realizar las adquisiciones como mínimo hasta 03 días antes de ejecutarse una partida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cabanillas, M. (1995). *“Administración de proyectos con excel y project”*

Castillo, R. (1995) *“Formulas polinomicas de reajuste automatico en obras de construccion.-capeco”*.3era Edicion,Lima-Peru.

Castillo, R. (1994) *“Costos directos e indirectos en la construcción. - CAPECO”*. 1era Edición, Lima – Perú.

Carrera, P. (2010) *Costos – Presupuestos y Programación de Obra de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Nueva Cajamarca* (Informe de Ingeniería), Tarapoto – Perú - Universidad Nacional de San Martín.

Claudet, C. (2002) *“Costos y presupuestos aplicados a la construccion de obras publicas y privadas”*. Lima, Editorial Miamo, 1ra. Edición.

GUIA DEL USUARIO DEL MODULO DE PRESUPUESTOS DEL SOFTWARE S – 10.  
Versión 2.0 para Windows.

Ibáñez, W. (2009) *“Costos y tiempos en carreteras”*. Lima, Empresa Editora Macro E.I.R.L. 2da. Edición.

Salas, S. (2010) *Análisis de Costos y Presupuestos de la Obra: Clínica Martín Elorza - Calzada* (Informe de Ingeniería), Tarapoto - Perú - Universidad Nacional de San Martín, 2010.

Salinas, M. (2011) *“Costos, presupuestos, valorizaciones”*. Lima, Editorial ICG 2011 8va Edición

Samamé, V. (2009) *Costos y Administración de las Obras de Ingeniería*. Tarapoto – Universidad Nacional de San Martin. Año 2009.

## **ANEXOS**

